

**Alexandre de Almeida**  
**Biólogo**

**Camuflagem de sementes tratadas com agrotóxicos como medida mitigadora do impacto ambiental da intoxicação de aves silvestres em plantações de trigo, milho e arroz.**

**Orientador:**  
**Prof. Dr. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor  
em Ecologia de Agroecossistemas**

**Piracicaba**  
**2006**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Almeida, Alexandre de

Camuflagem de sementes tratadas com agrotóxicos como medida mitigadora do impacto ambiental da intoxicação de aves silvestres em plantações de trigo, milho e arroz. Alexandre de Almeida - - Piracicaba, 2006.

143 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Arroz 2. Aves - mortalidade 3. Columbiforme 4. Conservação biológica 5. Impacto ambiental 6. Intoxicação alimentar em animal 7. Legislação ambiental 8. Milho 9. Pesticida 10. Proteção ambiental 11. Repelente 12. Semente 13. Trigo I. Título

CDD 634.94

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

*Ao Dr. Álvaro Fernando de Almeida, docente nato que, como pioneiro em manejo de fauna silvestre e em avaliações de impactos ambientais, foi idealizador do método de camuflagem de sementes. Por sua contribuição formando profissionais e pela constante busca de alternativas em favor da conservação da natureza.*

*Dedico.*

*A Rolf Alfredo Röhe, Pedro de Almeida Dias e Irngard Röhe de Almeida,  
Maria Machado Dias de Almeida e Asta Meyer Röhe.*

*Pela terna e constante presença.*

*Pelo muito que contribuíram com a formação desta pessoa.*

*Ofereço.*

## **Agradecimentos**

Ao Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto, pela orientação segura e amizade sincera, incentivo, ensinamentos e oportunidades. Por seu exemplo de “pessoa humana” e profissional.

Ao Dr. Álvaro Fernando de Almeida – o velho Mestre Álvaro – sempre companheiro; amigo fiel e educador nato. Pela co-orientação, concessão de informações e incentivo para fazer de seu método de camuflagem de sementes, tema desta tese.

À Irmgard Röhe de Almeida pelo amor materno “transbordante”, considerando a evolução de seus filhos acima de tudo. Também pela preciosa orientação na Língua Portuguesa.

À Cristiane de Almeida Amabilini, adorável e diligente companheira de experimentação em diversas etapas desta pesquisa. Pelos ensinamentos na lida com o material usado nas camuflagens, concessão de informações e principalmente, pelo carinho de sempre.

À Ana Georgina Pérez Campos, pela atenção, amizade, carinho, incentivo e concessão de informações ao estudo.

À querida Sandra Paes Cardoso - companheira dileta - pela amizade sincera, críticas, sugestões e ajuda na formatação da tese.

Aos queridos amigos e professores: Maurício Cetra pela ajuda com análises estatísticas, Eduardo Gross e Antônio C. Bastos pela ajuda com a Língua Inglesa, Leandro M. Gomiero pela ajuda com as sementes e ao Massanori Takaki pela análise radiométrica.

Ao Carlos Alberto Perez, pela amizade, boa vontade para a leitura crítica e preciosas sugestões à tese.

Ao Murilo Gambato de Mello pela amizade e incentivo.

Ao Florindo Orsi Júnior da Fersol, pelas informações e atenção que nos tem distinguido.

Ao Antonio Carlos Zen da FMC.

Aos estagiários que ajudaram bastante: Munyr S. Martins, Nayrane Brum e Natália L. Nori.

Aos senhores que permitiram estudos em suas propriedades: Waldemar Leal, Mauro Cândido de Souza Dias, Camilo Ruiz Marques.

Ao Dr. Natal A. Vello e Cláudio R. Segatelli pela gentil permissão em usar o terreno do Departamento da Genética.

Ao Sr. Joel e Sr. Antônio da Associação Atlética do Banco do Brasil (AABB) de Ituberá por terem contribuído prestativamente com a experimentação.

Às empresas Fersol Indústria e Comércio Ltda. e FMC Agricultural Products, pelo financiamento da pesquisa, apoio logístico e concessão de informações.

Aos professores da Esalq / CENA / USP.

Às bibliotecárias que gentilmente auxiliaram na formatação da tese e elaboração da ficha catalográfica, Eliana M. Garcia e Sílvia M. Zinsly.

Ao Instituto de Pesquisas e Estudos da Vida Silvestre (Ipevs), Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), Organização de Conservação de Terras do Baixo Sul da Bahia (OCT), Laboratório de Métodos Quantitativos (Esalq - USP) e respectivos colegas de trabalho, especialmente ao Jefferson L. Polizel, sempre prestativo e infalível!

*“... sonhando meus próprios sonhos”.*

*Aos poucos, encontrou seu próprio mundo particular e secreto,  
flutuando bem acima do cinza e da miséria (...).*

T. Huxley / F. Fernandez

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| RESUMO.....   | 11 |
| ABSTRACT.....   | 12 |
| LISTA DE FIGURAS.....   | 13 |
| LISTA DE TABELAS.....   | 15 |
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 18 |
| 2 DESENVOLVIMENTO .....   | 24 |
| 2.1 Revisão bibliográfica .....   | 24 |
| 2.1.1 Pesticidas Carbamatos .....   | 24 |
| 2.1.2 Métodos de controle .....   | 26 |
| 2.1.3 Camuflagem de sementes .....  | 35 |
| 2.2 Metodologia .....   | 39 |
| 2.2.1 Obtenção de camuflagens .....   | 39 |
| 2.2.1.1 A busca da camuflagem para sementes .....                           | 39 |
| 2.2.1.2 Aperfeiçoamento de camuflagens .....                                | 39 |
| 2.2.1.2.1 Seleção de material para a camuflagem de sementes: fase 1 .....   | 40 |
| 2.2.1.2.2 Seleção de material para a camuflagem de sementes: fase 2 .....   | 40 |
| 2.2.2 Experimentos em cativeiro.....  | 41 |
| 2.2.2.1 Consumo de sementes camufladas, naturais e peletizadas .....        | 42 |
| 2.2.2.2 Consumo de sementes naturais e azuis .....                          | 43 |
| 2.2.2.3 Consumo de sementes naturais e com Mesurol .....                    | 43 |
| 2.2.2.4 Consumo de sementes com Panoctine .....                             | 44 |
| 2.2.2.4.1 Primeiro experimento com Panoctine .....                          | 44 |
| 2.2.2.4.2 Segundo experimento com Panoctine .....                           | 44 |
| 2.2.2.5 Efeito do corante Rodamina B em aves .....                          | 45 |
| 2.2.2.5.1 Experimento com <i>Passer domesticus</i> (pardal) .....           | 45 |
| 2.2.2.5.2 Experimento com <i>Columbina talpacoti</i> (rolinha) .....        | 46 |
| 2.2.2.5.3 Experimento com <i>Coturnix coturnix</i> (codorna-japonesa) ..... | 46 |
| 2.2.2.6 Efeito do Carbosulfan em <i>Columbina talpacoti</i> .....           | 47 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.3 Experimento de germinação .....   | 47 |
| 2.2.3.1 Camuflagem de sementes com corante em pó .....  | 47 |
| 2.2.3.2 Camuflagem de sementes com corante líquido .....  | 48 |
| 2.2.3.3 Camuflagens aperfeiçoadas .....   | 49 |
| 2.2.4 Experimentos de plantio .....   | 50 |
| 2.2.4.1 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B.....  | 50 |
| 2.2.4.2 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B em escala comercial .....   | 52 |
| 2.2.4.3 Sementes de arroz: marrom pó e Rodamina B .....   | 53 |
| 2.2.4.4 Sementes de arroz: marrom pó, Carbosulfan e Rodamina B .....  | 54 |
| 2.2.4.5 Sementes de arroz: Carbosulfan, marrom líquido e Rodamina B .....   | 55 |
| 2.2.4.6 Sementes de trigo: marrom pó, Rodamina B, Mesurol e Carbosulfan .....   | 57 |
| 2.2.4.7 Sementes de trigo: marrom pó, marrom líquido, creme e Rodamina B .....  | 58 |
| 2.2.4.8 Avaliação da mortalidade de aves em plantios de trigo e arroz .....   | 60 |
| 2.2.5 Experimentos de remoção de sementes .....   | 60 |
| 2.2.5.1 Remoção de sementes de milho: camufladas, cor natural e com Rodamina B .....  | 60 |
| 2.2.5.2 Remoção de sementes de arroz: camufladas, cor natural, vermelhas e azuis.....   | 63 |
| 2.2.5.3 Remoção de sementes de trigo, milho e arroz: camuflagem em pó, camuflagem industrializada, cor natural, com Rodamina B e azuis..... | 64 |
| 2.2.6 Experimento na máquina de tratamento de sementes .....  | 66 |
| 2.3 Resultados .....  | 67 |
| 2.3.1 Obtenção de camuflagens .....   | 67 |
| 2.3.1.1 A busca da camuflagem para sementes .....   | 67 |
| 2.3.1.2 Seleção de material para a camuflagem de sementes: fase1 .....  | 67 |
| 2.3.1.3 Seleção de material para a camuflagem de sementes: fase 2 .....   | 68 |
| 2.3.2 Experimentos em cativoiro .....   | 69 |
| 2.3.2.1 Consumo de sementes camufladas, naturais e peletizadas .....  | 69 |
| 2.3.2.2 Consumo de sementes naturais e azuis .....  | 70 |
| 2.3.2.3 Consumo de sementes naturais e com Mesurol .....  | 70 |
| 2.3.2.4 Consumo de sementes com Panoctine .....   | 71 |
| 2.3.2.4.1 Primeiro experimento com Panoctine .....  | 71 |
| 2.3.2.4.2 Segundo experimento com Panoctine .....   | 72 |



|  |     |
|--|-----|
| 2.3.2.5 Efeito do corante Rodamina B em aves .....   | 72  |
| 2.3.2.5.1 Experimento com <i>Passer domesticus</i> (pardal) .....  | 72  |
| 2.3.2.5.2 Experimento com <i>Columbina talpacoti</i> (rolinha) .....   | 73  |
| 2.3.2.5.3 Experimento com <i>Coturnix coturnix</i> (codorna-japonesa) .....  | 73  |
| 2.3.2.6 Efeito do Carbosulfan em <i>Columbina talpacoti</i> .....  | 74  |
| 2.3.3 Experimentos de germinação .....   | 75  |
| 2.3.3.1 Camuflagem de sementes com corante em pó.....  | 75  |
| 2.3.3.2 Camuflagem de sementes com corante líquido .....   | 75  |
| 2.3.3.3 Camuflagens aperfeiçoadas .....  | 77  |
| 2.3.4 Experimentos de plantio .....  | 81  |
| 2.3.4.1 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B .....  | 81  |
| 2.3.4.2 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B em escala comercial .....  | 84  |
| 2.3.4.3 Sementes de arroz: marrom pó e Rodamina B .....  | 86  |
| 2.3.4.4 Sementes de arroz: marrom pó, Carbosulfan e Rodamina B .....   | 86  |
| 2.3.4.5 Sementes de arroz: Carbosulfan, marrom líquido e Rodamina B.....   | 88  |
| 2.3.4.6 Sementes de trigo: marrom pó, Rodamina B, Mesurol e Carbosulfan.....   | 90  |
| 2.3.4.7 Sementes de trigo: marrom pó, marrom líquido, creme e Rodamina B .....   | 91  |
| 2.3.4.8 Avaliação do impacto ambiental na fauna silvestre.....   | 94  |
| 2.3.5 Experimento de remoção de sementes.....  | 97  |
| 2.3.5.1 Remoção de sementes de milho: camufladas, cor natural e com Rodamina B .....   | 97  |
| 2.3.5.2 Remoção de sementes de arroz: camufladas, cor natural, vermelhas e azuis .....   | 102 |
| 2.3.5.3 Remoção de sementes de trigo, milho e arroz: camuflagem em pó, camuflagem industrializada, cor natural, com Rodamina B e azuis ..... | 103 |
| 2.3.6 Experimento na máquina de tratamento de sementes .....   | 107 |
| 2.4 Discussão .....  | 108 |
| 2.4.1 Obtenção de camuflagens .....  | 108 |
| 2.4.2 Experimentos em viveiro .....  | 109 |
| 2.4.3 Experimentos de germinação .....   | 111 |
| 2.4.4 Experimentos de plantio .....  | 112 |
| 2.4.5 Experimentos de remoção de sementes .....  | 117 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 3 CONCLUSÕES ..... | 119 |
| REFERÊNCIAS .....  | 121 |
| ANEXOS .....       | 128 |

## RESUMO

### **Camuflagem de sementes tratadas com agrotóxicos como medida mitigadora do impacto ambiental da intoxicação de aves silvestres em plantações de trigo, milho e arroz.**

No Brasil, notável mortalidade de aves silvestres causada pela ingestão de sementes de trigo, milho e de arroz tratadas com o inseticida e nematicida Carbofuran durante o plantio, tem chamado atenção de produtores e empresas agrícolas. Com o objetivo de mitigar impactos adversos à vida silvestre causados pela ingestão por aves de sementes tratadas com agrotóxicos, o método de camuflagem de sementes foi testado em relação a demais formas de mitigação de impacto conhecidas. Experimentos com coloração e textura de sementes, de consumo em cativeiro, de germinação de sementes, de toxicidade de produtos químicos, de consumo no campo em diferentes escalas de tamanho, de remoção de sementes e em máquinas de tratamento, fundamentaram o desenvolvimento do método de camuflagem de sementes. Durante a experimentação de campo em São Paulo, Paraná e Goiás, documentaram-se impactos da intoxicação da fauna silvestre causados pela ingestão de agrotóxicos. Columbidae e Icterinae representaram o maior número de vítimas. O freqüente registro de aves predadoras intoxicadas e evidências de consumo por mamíferos de aves envenenadas, confirmam para o Brasil, alertas reportados pela literatura internacional. Em sete experimentos de plantio de trigo e arroz, utilizando 22,396 toneladas de sementes plantadas em 159,6 hectares; a mortalidade de aves variou de zero a 311 vítimas; totalizando 786 indivíduos; distribuídos em 15 espécies. Um intervalo de confiança gerado pela técnica Jackknife estimou para plantios desta ordem de grandeza, mortalidade entre  $274 < 786 < 921$  aves. Tais resultados dimensionam a gravidade do impacto, refletindo a influência de fatores na variação da mortalidade, os quais foram documentados e discutidos. Outros métodos de mitigação como sementes azuis aversivas, sementes de cor creme e repelentes gustativos: Panocrine, Carbosulfan e Mesurol, não foram mais eficientes em relação à camuflagem de sementes que, por apresentar relativa eficácia de mitigação, não afetar negativamente a germinação de sementes, não ofender preceitos humanitários, ser de baixo custo operacional e financeiro e adaptar-se às máquinas de tratamento representa alternativa adequada para minimizar a mortalidade de aves, devendo ser incentivado. A experimentação revelou que os melhores ingredientes para criar coberturas camufladas para sementes foram: i) corante em pó, cola branca e água; ii) corante em pó e água; iii) corante em pó, solo e água; iv) corante em pó, corante líquido e água; sendo que a camuflagem caseira teve eficiência similar à camuflagem industrializada. O corante Rodamina B, utilizado para indicar sementes tratadas com agrotóxicos foi tóxico para pardais, causando mortes e para codornas, provocando descalcificações de ovos. Por ser tóxico e de cor avermelhada atrativa às aves, o uso da Rodamina B deve ser evitado. Se sementes tratadas com agrotóxicos devem por lei receber coloração diferenciada da natural, a fim de evitar acidentes, a coloração atribuída pela camuflagem deve ser encorajada. Os resultados desta pesquisa, analisados à luz da Biologia de Conservação, fornecem importantes subsídios para que leis de plantio sejam revistas e alteradas, pois os modos usuais de emprego do Carbofuran e da Rodamina B em plantios de trigo, milho e arroz são conflitantes com a legislação.

Palavras-chave: camuflagem de sementes, Carbofuran, Rodamina B, Panocrine, Carbosulfan, Mesurol, repelentes gustativos, repelentes visuais, *Zenaida auriculata*, Columbidae, *Gnorimopsar chopi*, Icterinae, mortalidade de aves, impacto ambiental, mitigação de impacto, conservação da natureza, agrotóxicos, trigo, milho, arroz, legislação de agrotóxicos.

## ABSTRACT

### **Seeds camouflage treated with agrochemical as mitigation method of poisoning impact for wild birds in wheat, corn and rice fields.**

In Brazil, during wheat, corn and rice planting, notable bird mortality caused by seeds treated with insecticide and nematicide “Carbofuran”, are keeping alert agricultural producers and enterprises. With the aim to mitigate adverse impact on wild life caused by ingestion by birds of agrochemical treated seeds, camouflage seeds was tested in relation to other known methods of impact mitigation. Experiments with seed colouration and texture, of consumption on bird cage, of seed germination, chemical products toxicity, field consumption in different size scales, seed remotion and in treatment machines, allowed the development of the seeds camouflage method. During the field experiment in São Paulo, Paraná and Goiás States, poisoning impacts in wild fauna caused by agrochemical ingestion were documented. Columbidae and Icterinae were major number of victims. The frequent records of predators birds poisoned and evidences of ingestion of poisoning birds by mammals, confirmed in Brasil, alerts reported by international literature. In seven experiments of wheat and rice planting, using 22.396 tones of seeds in 159.6 hectares, the bird mortality was from zero to 311 victims, totalizing 786 individuals, distributed in 15 species. Confident interval using Jackknife technique estimated for plantations of this magnitude, mortality between  $274 < 786 < 921$  birds. These results give the dimension of the seriousness of the impact, reflecting the influency of factors in mortality variation, which were documented and discussed. Other mitigation methods: blue aversive seeds, cream colored seeds and the gustatory repellents: Panoptine, Carbosulfan and Mesurol, were not more efficient in relation to seed camouflage, that by presenting relative efficiency of mitigation, not affecting negatively the seed germination, not offending humanitarian preceptions, by having low operational and financial costs and by adapting to the treated machines, constitute an adequate alternative to minimize the bird mortality, and must be stimulated. The experimentation revealed that the better ingredients to create camouflage covers for seeds were: i) powder of dye, white glue and water; ii) powder of dye and water; iii) powder of dye soil and water; iv) powder of dye, liquid dye and water; and the housework camouflage has similar efficiency as the industrial camouflage. Rhodamine B dye used to indicate seeds treated with agrochemicals was toxic to ornit sparrow, causing die and to japonese quail causing decalcified eggs. Because it is toxic and has red coloration attractive to the birds, the use of Rhodamine B must be avoided. If seeds treated with agrochemical must receive coloration differentiated, in order to avoid accidents, the colour furnished by camouflage must be encouraged. The results of this work at the light of the Conservation Biology, provided important contribution for the laws of planting, so that they should be reviewed and altered, since usual way of employ of Carbofuran and Rhodamine B in wheat, corn and rice plantations are conflicting with legislation.

**Keywords:** seed camouflage, Carbofuran; Rhodamine B; Panoptine; Carbosulfan; Mesurol, gustatory repellents, visual repellents, *Zenaida auriculata*; Columbidae; *Gnorimopsar chopi*; Icterinae; bird mortality; environmental impact, mitigation of impact; nature conservation; agrochemicals ; wheat; corn; rice; agrochemicals legislation.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Experimento de plantio 1.....  | 51 |
| Figura 2 - Experimento de plantio 2.....  | 53 |
| Figura 3 - Experimento de plantio 3.....  | 53 |
| Figura 4 - Distribuição dos tratamentos do experimento de plantio 4.....  | 54 |
| Figura 5 - Distribuição dos tratamentos do experimento de plantio 5.....  | 56 |
| Figura 6 - Distribuição dos tratamentos do experimento de plantio 6.....  | 58 |
| Figura 7 – Experimento de plantio 7.....  | 59 |
| Figura 8 - Esquema representativo de um quadrado montado para o teste de remoção de<br>sementes de milho.....   | 62 |
| Figura 9 - Esquema representativo da disposição das fileiras de tratamentos nos quadrados<br>montados para o teste de remoção de sementes de milho..... | 63 |
| Figura 10 - Variação das médias de germinação dos tratamentos de arroz.....   | 76 |
| Figura 11 - Teste sobre a germinação média de sementes de arroz em cinco dias na estufa.....  | 77 |
| Figura 12 - Variação das médias de germinação dos tratamentos de milho em dois dias.....  | 78 |
| Figura 13 - Teste sobre a germinação média de sementes em dois dias na estufa.....  | 79 |
| Figura 14 - Variação das médias de germinação dos tratamentos de milho em dois dias.....  | 80 |
| Figura 15 - Teste sobre a germinação média de sementes em cinco dias na estufa.....   | 81 |
| Figura 16 - Análise de regressão entre mortalidade de aves e quantidade de sementes<br>ingeridas no experimento de plantio 1.....                       | 83 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 17 - Análise de regressão entre mortalidade de aves e quantidade de sementes ingeridas no experimento de plantio 2.....                 | 85  |
| Figura 18 - Representação gráfica da variação da mortalidade de aves entre os tratamentos do experimento de plantio 4.....                     | 88  |
| Figura 19 - Análise de regressão entre mortalidade de aves e quantidade de sementes ingeridas no experimento de plantio 7.....                 | 93  |
| Figura 20 - Representação gráfica da variação da quantidade média de sementes removidas nos tratamentos em um dia de exposição.....            | 98  |
| Figura 21 - Teste sobre remoção de sementes em um dia de exposição em campo.....   | 98  |
| Figura 22 - Representação gráfica da variação da quantidade média de sementes removidas nos tratamentos em três dias de exposição.....         | 99  |
| Figura 23 - Teste sobre remoção de sementes em três dias de exposição em campo.....  | 99  |
| Figura 24 - Representação gráfica da variação da quantidade média de sementes removidas nos tratamentos em cinco dias de exposição.....        | 100 |
| Figura 25 - Teste sobre remoção de sementes em cinco dias de exposição em campo.....   | 101 |
| Figura 26 – Curvas de reflectância espectral dos tratamentos de sementes de milho testados no terceiro experimento de remoção de sementes..... | 106 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Consumo em viveiro de sementes de trigo peletizadas, camufladas e naturais.....  | 69 |
| Tabela 2 - Consumo em viveiro de sementes de trigo azuis e naturais.....  | 70 |
| Tabela 3 - Consumo em viveiro de sementes de trigo tratadas com Mesurol.....  | 71 |
| Tabela 4 - Consumo em viveiro de sementes de trigo tratadas com Panoctine 70.....   | 71 |
| Tabela 5 - Consumo em viveiro de sementes de trigo com Panoctine 70 aplicado no solo.....   | 72 |
| Tabela 6 - Mortalidade em <i>Passer domesticus</i> (pardal) causada por Rodamina B.....   | 73 |
| Tabela 7 - Descalcificação em <i>Coturnix coturnix</i> (codorna) causada por Rodamina B.....  | 73 |
| Tabela 8 - Mortalidade de <i>Columbina talpacoti</i> por ingestão de Carbosulfan.....   | 74 |
| Tabela 9 - Efeito do corante pó Xadrez na germinação de trigo.....  | 75 |
| Tabela 10 - Efeito do corante Xadrez líquido na germinação de arroz.....  | 76 |
| Tabela 11 - Efeito da camuflagem de sementes na germinação de milho em dois dias.....   | 78 |
| Tabela 12 - Efeito da camuflagem de sementes na germinação de milho em cinco dias.....  | 80 |
| Tabela 13 - Mortalidade de aves e consumo de sementes camufladas e vermelhas no<br>experimento de plantio 1. Dados utilizados na ANCOVA, Tabela 14.....                   | 82 |
| Tabela 14 - Análise de co-variância (Ancova) das variáveis: mortalidade de aves e consumo<br>de sementes vermelhas e camufladas do experimento de plantio 1 de trigo..... | 83 |
| Tabela 15 - Mortalidade de aves e consumo de sementes camufladas e vermelhas<br>no experimento de plantio 2 de trigo.....   | 85 |
| Tabela 16 - Mortalidade de aves e consumo de sementes Carbofuran, camufladas e<br>Carbosulfan no experimento de plantio 4.....  | 87 |

|  |    |
|--|----|
| Tabela 17 - Análise de variância das médias de mortes dos tratamentos Carbofuran, camufladas e Carbosulfan do experimento de plantio 4 de arroz.....   | 87 |
| Tabela 18 - Teste “a posteriori” de Newman-Keuls para múltiplas comparações de médias aplicado à mortalidade de aves do experimento de plantio 4.....  | 88 |
| Tabela 19 - Mortalidade de aves entre tratamentos Carbosulfan camuflado e Carbofuran no experimento de plantio 5.....  | 89 |
| Tabela 20 - Mortalidade de aves entre os tratamentos Carbofuran, Carbosulfan, camuflado e Methiocarb no experimento de plantio 6.....  | 90 |
| Tabela 21 - Mortalidade de aves entre os tratamentos creme, vermelho, camuflado com líquido e camuflado com pó, no experimento de plantio 7.....   | 91 |
| Tabela 22 - Consumo de sementes entre os tratamentos creme, vermelho, camuflado com líquido e camuflado e camuflado com pó, no experimento de plantio 7.....   | 92 |
| Tabela 23 - Análise de co-variância (Ancova) das variáveis: mortalidade de aves e consumo de sementes no experimento de plantio 7 de trigo.....  | 92 |
| Tabela 24 – Número do experimento de plantio, espécies agrícolas, hectares plantados, quilogramas de sementes, relação de quilogramas de sementes por hectare plantado e número de aves vítimas de envenenamento pela ingestão de sementes tratadas com agrotóxicos..... | 94 |
| Tabela 25 – Relação qualitativa e quantitativa de quinze espécies de aves intoxicadas pela ingestão de sementes tratadas com agrotóxicos, distribuídas nos experimentos de plantio.....  | 95 |
| Tabela 26 – Síntese dos resultados de seis experimentos de plantio de trigo e arroz nos quais ocorreram mortes de aves por ingestão de Carbofuran ou Carbosulfan.....  | 96 |
| Tabela 27 - Remoção de sementes de milho em um dia de exposição às aves.....   | 97 |



|  |     |
|--|-----|
| Tabela 28 - Remoção de sementes de milho em três dias de exposição às aves.....  | 99  |
| Tabela 29 - Remoção de sementes de milho em cinco dias de exposição às aves..... | 100 |
| Tabela 30 - Remoção de sementes de arroz em seis dias de exposição às aves.....  | 102 |
| Tabela 31 - Remoção de sementes de trigo em seis dias de exposição às aves.....  | 104 |
| Tabela 32 - Remoção de sementes de milho em seis dias de exposição às aves.....  | 105 |
| Tabela 33 - Remoção de sementes de arroz em seis dias de exposição às aves.....  | 105 |

## 1 INTRODUÇÃO

A ação daninha representada por perdas em colheitas é uma antiga e importante forma de interação entre animais silvestres e agricultura. Em troca da garantia dos imprescindíveis estoques de gêneros agrícolas, a ação de biocidas em larga escala contribui com perdas da biodiversidade associada às áreas de culturas. Funções úteis e desejadas da diversidade animal, como controle biológico de pragas e polinização são antagônicas ao uso de biocidas, refletindo para o produtor, a necessidade de métodos de controle de menor impacto na biota. Diversas espécies de animais que utilizam áreas de culturas não são diretamente úteis ou daninhas, mas cumprem papéis ecológicos relevantes para a estabilidade dos habitats associados e, quando conservadas, agregam valor ambiental aos produtos agrícolas.

Um dos grandes desafios da tecnologia de combate às pragas é evitar a mortalidade indesejada da fauna associada a campos agrícolas - fato intimamente relacionado ao uso de agrotóxicos - os quais podem ser incorporados em diversos níveis da teia alimentar, ameaçando a sobrevivência, aptidão e reprodução de espécies com elevado valor de conservação. São exemplos: predadores florestais como grandes aves de rapina, felinos e canídeos que se deslocam pela matriz agrícola da paisagem ao longo de remanescentes de mata, representando a conectividade genética entre populações de baixa densidade, podendo estar ameaçadas de extinção.

Segundo Colli *et al.* (2005) efeitos de agrotóxicos na matriz agrícola podem se propagar pelos fragmentos afetando negativamente sua qualidade e agravando o problema da fragmentação de habitats, uma das principais causas de erosão da diversidade biológica, que atrai a atenção dos mais altos níveis científicos e governamentais, sendo considerado foco central da biologia da conservação (HARRIS, 1984; HARRIS; SILVA-LOPES, 1992; HAGAN *et al.*, 1996).

Inseticidas e nematicidas sistêmicos são aqueles que quando absorvidos por plantas, fluem através do sistema circulatório, tornando-as tóxicas. A produção de grãos como trigo (*Triticum aestivum*), arroz (*Oryza sativa*) e milho (*Zea mays*) depende de inseticidas sistêmicos como o Carbofuran para garantir o desenvolvimento das plantações, pois sem esta forma de controle das pragas, colheitas podem ser seriamente comprometidas.

No Brasil, o tratamento de sementes de trigo, de arroz e milho com Carbofuran, Carbosulfan e Piretróides, tem sido utilizado para evitar pragas como a lagarta elasma

(*Elasmopalpus lignosellus*), lagarta-dos-milharais (*Strodoptera frugiperda*), lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), as cigarrinhas (*Deois flavopicta* e *Deois incompleta*, *Zulia entreriana*), e nematóides como *Pratylenchus* sp e *Aplelenchoides bessey*.

Devido escassez de dados, a avaliação de números que envolvem estes e demais agrotóxicos no Brasil é tarefa árdua, pois os órgãos responsáveis pela fiscalização não apresentam condições de recolher dados, ou mesmo dar tratamento e divulgação às poucas informações disponíveis (ALVES-FILHO, 2002). Assim, infelizmente há pouca documentação científica sobre impactos ambientais advindos de envenenamentos por inseticidas sistêmicos na fauna silvestre brasileira. Como sugere este estudo, tal constatação não decorre de baixas taxas de mortalidade de aves verificadas em campo no transcorrer das últimas décadas. Constata-se sim, pouca pesquisa publicada, fragilidade dos órgãos de fiscalização e falta de transparência pública ao lidar com o assunto.

Segundo Ranvaud *et al.* (2001), fazendeiros têm reportado danos causados por *Z. auriculata* principalmente em soja e arroz, devido ao impacto de grandes bandos antes e durante as colheitas. As medidas de controle têm causado polêmica porque a Lei Federal Brasileira 5.197 de 3 de janeiro de 1967 não permite o abate das pombas.

Sabe-se também da expansão geográfica de pombas como a asa-branca (*Columba picazuro*) e da avoante (*Zenaida auriculata*), as quais aproveitam produções agrícolas e desflorestamentos para estabelecerem grandes populações, servindo de alimentação para espécies predadoras como Falconidae, Accipitridae, Strigidae, Canidae, Felidae e serpentes que se associam aos campos de agricultura.

A ingestão de presas envenenadas caracteriza o envenenamento secundário, que pode representar significativo impacto ambiental, sendo bem documentado para o Carbofuran nos Estados Unidos e Canadá, causando mortalidade de diversas espécies predadoras (EISLER, 1985; CANADA, 1993; MINEAU *et al.* 1999).

O consumo continuado de animais envenenados com Carbofuran causa intoxicações crônicas. De acordo com Alves-Filho (2002) contaminações crônicas por agrotóxicos podem interferir na expectativa de vida, crescimento, fisiologia, comportamento e reprodução dos seres vivos, sendo que para a grande maioria das espécies expostas, há escassez de informações sobre o grau de toxicidade das substâncias.

Exposições repetidas ou prolongadas ao Carbofuran podem transformar intoxicações crônicas em agudas, cujos efeitos decorrentes da inibição da enzima acetilcolinesterase em humanos são: náusea, vômito, contrações abdominais dolorosas, sudorese, diarreia, salivação excessiva, fraqueza, visão desigual e obscurecida, respiração dificultada, aumento da pressão sanguínea, incontinência e morte, que ocorre devido a falhas no sistema respiratório (BARON, 1991).

O presente estudo trata especificamente de plantios de milho, trigo e arroz sobre solo seco e sementes tratadas com Carbofuran e Carbosulfan. Uma vez que as sementes tratadas não são completamente enterradas durante o plantio mecânico, elas representam fonte de alimento e provocam a morte de diversas espécies granívoras de forma direta por ingestão deliberada, e indiretamente de outras espécies da fauna de níveis tróficos mais elevados, as quais consomem espécimes já envenenados. Sendo este um problema que ocorre não somente no Brasil, mas em diversos países em que são utilizados agrotóxicos aplicados em sementes, numerosos estudos foram realizados buscando soluções.

A maioria das medidas de mitigação de impacto ambiental foi direcionada para repelir as aves do local, evitando o consumo das sementes através de repelentes acústicos, táteis, visuais e ou gustativos. Como constatado no capítulo de revisão bibliográfica, a utilização de repelentes que, com frequência despense recursos de alto custo operacional e financeiro, não tem gerado resultados plenamente satisfatórios e ainda geralmente desrespeita preceitos humanitários.

Apesar destas constatações e de críticas da opinião pública, os estudos mais recentes ainda evoluem nesta direção (TOBIN, 2002), buscando repelentes químicos e ou cores repelentes para reduzir os danos na produção e diminuir os riscos de envenenamento por pesticidas na fauna silvestre (AVERY, 2002).

Esta tese discorre sobre o desenvolvimento de uma medida de mitigação contra impactos ambientais causados pelo envenenamento de aves silvestres por consequência da ingestão de sementes de trigo, milho e arroz, tratadas com inseticidas nematocidas da família Carbamato.

De acordo com o Decreto Federal Brasileiro nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002, defensivos sistêmicos devem ser adicionados às sementes em associação a corantes evitando-se riscos de ingestão por humanos. Com frequência utiliza-se um corante tóxico denominado Rodamina B, cuja coloração púrpura-avermelhada ou rosa é conspícua e atrativa às aves silvestres granívoras como Columbidae e Icterinae, como revelado neste estudo.

O princípio da camuflagem (ZUG *et al.*, 2001), uma conhecida aplicação da biônica na área militar, inspirou e norteou o desenvolvimento desta pesquisa. Sementes de trigo, milho e arroz, ao serem tratadas com defensivos sistêmicos, receberiam camuflagens com corantes, tornando-as semelhantes ao solo onde seriam plantadas, em cor e textura.

Esta cobertura deveria ser preferencialmente processada na própria máquina que realiza o tratamento com o defensivo agrícola, além disso, não poderia prejudicar o plantio mecânico nem a germinação. A camuflagem deveria possuir baixo custo operacional e financeiro, além de não ser tóxica. Desta forma, sementes que não fossem enterradas pela máquina plantadeira, permanecendo perigosamente expostas às aves granívoras, contariam com uma camuflagem cuja efetividade seria favorecida pelos contrastes entre luz e sombras na superfície da terra.

A camuflagem das sementes, potencializada pelas sombras, matéria orgânica vegetal não decomposta e irregularidade do solo, evitaria a identificação de sementes tóxicas, mesmo que aves as procurassem ativamente deslocando-se sobre o solo.

De acordo com Avery (2002) as aves atacam os campos de agricultura porque eles são fontes abundantes de alimento prontamente acessíveis, exigindo baixo gasto de energia. Se os alimentos se tornarem difíceis de encontrar, de mandibular e de digerir, aves despenderão mais tempo e energia para forragear. Havendo dificuldade para manterem certa taxa de tomada de energia, a teoria do “forrageio ótimo” prediz que animais procurarão por outra fonte de alimento.

Nesta pesquisa, além do desenvolvimento do método de camuflagem, testou-se sua efetividade em relação a outras formas de controle descritas na literatura: peletização de sementes (mais difícil de mandibular); repelente químico e fungicida (sabor aversivo) e possíveis cores repelentes.

Os objetivos do estudo foram:

- i) Desenvolver um método de tratamento de sementes de trigo, milho e arroz que mitigue o impacto ambiental advindo da intoxicação de aves silvestres pela ingestão de agrotóxicos, testando-se a hipótese nula de que não há diferença no consumo de sementes camufladas em relação ao consumo de sementes comerciais tratadas com agrotóxicos e Rodamina B.
- ii) Verificar a efetividade de outros métodos de mitigação descritos na literatura, para proteção de aves silvestres contra intoxicação por agrotóxicos aplicados em sementes de trigo, arroz e milho, em relação ao método de camuflagem de sementes aqui desenvolvido, testando-se a hipótese nula de que não há diferença de eficácia entre métodos.

iii) Documentar e analisar, no que concerne à Biologia da Conservação, os impactos advindos da intoxicação de aves silvestres por defensivos sistêmicos durante plantios comerciais.

iv) Fornecer subsídios científicos aos legisladores brasileiros, fabricantes de agrotóxicos e aos agricultores.

No desenvolvimento deste trabalho, as questões que direcionaram a pesquisa foram:

i) Seria possível criar coberturas adequadas para as sementes, camuflando-as ou tornando-as repulsivas?

ii) Coberturas afetariam a germinação das sementes tornando o método inviável comercialmente?

iii) Que material usar para haver compatibilidade entre medidas mitigadoras testadas e os processos de tratamento, plantio e germinação, considerando a necessidade de alternativas operacionais práticas, de baixo custo e não tóxicas?

iv) Quais medidas de mitigação funcionariam em campo, considerando plantios em diferentes escalas de tamanho?

v) Que fatores poderiam influenciar resultados de cada medida mitigadora?

vi) Quais métodos seriam viáveis sem haver necessidade de alterações no processo mecânico de tratamento das sementes?

Este estudo foi iniciado no ano de 1981, no Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” a partir da solicitação de auxílio de uma Empresa produtora de defensivos agrícolas, decorrente das altas taxas de mortes de aves silvestres causadas pela ingestão de sementes tratadas com Carbofuran.

Pesquisas foram conduzidas até o ano de 1983, sob a direção do Dr. Álvaro Fernando de Almeida, então Coordenador do convênio entre Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e a Empresa, visando à proteção de aves silvestres em plantios de milho e arroz. Tais estudos geraram relatórios sigilosos de circulação interna, tal como estabelecia o convênio; nada tendo mudado em relação ao plantio de grãos no Brasil e à mortalidade de aves.

No ano de 2000, outra Empresa de defensivos solicitou ao Instituto de Pesquisas e Estudos da Vida Silvestre (Ipevs) semelhante auxílio, devido à mesma problemática. Novo convênio foi firmado e pesquisas foram realizadas até o ano de 2002. Como resultado dos estudos, no ano de 2003 foi concedida licença pelo Ministério da Saúde e pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) para esta última Empresa

comercializar uma calda de Carbofuran camuflada, sem o corante Rodamina B, para ser aplicada em plantios de arroz e milho.

Durante o ano de 2005, pesquisas foram conduzidas com a colaboração da Organização de Conservação de Terras do Baixo Sul da Bahia (OCT).

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão bibliográfica

#### 2.1.1 Pesticidas Carbamatos

O inseticida nematocida sistêmico Carbofuran, conhecido como Furadan em diversas formulações comerciais – 3G, 5G, 10G, 50G, 4F 350F, 480F, CR-10 - tem sido registrado em mais de 70 países, utilizado em mais de 45 cultivos de importância econômica, mostrando efetividade contra cerca de 200 espécies de insetos daninhos (FELIZARDO, 1980). No Brasil, o uso de Carbofuran está registrado para 14 culturas, entre cereais, hortaliças, frutas, raízes e tubérculos (BRASIL, 2002).

O Carbofuran, ou Furadan, foi desenvolvido pela FMC Corporation de Philadelphia, E.U.A, sendo comercializado em formulações granular ou líquida. A primeira é aplicada diretamente no solo no momento da sementeira, enquanto que a calda forma suspensão quando diluída na água, podendo ser aspergida por via aérea, terrestre ou ser utilizada para tratar sementes. O momento da aplicação aérea varia de acordo com o tipo de plantação ou praga, mas geralmente é após a germinação (CANADA, 1993).

Em âmbito internacional, o uso de Carbofuran (2,3 – dihidro – 2,2 – dimetil – benzofuranil – metil - carbamato) tem se revelado de grande eficiência para o controle de pragas, mas por outro lado, vem causando relevantes impactos ambientais à fauna silvestre nas regiões onde se efetuam os plantios. Mesmo sendo o Carbofuran menos impactante do que seu antecessor, o Aldrin, há diversos casos de danos reportados. Por exemplo, nos EUA inventariou-se mais de 5000 aves mortas, nos cinco maiores casos de envenenamentos, atribuídas ao Furadan 4F, havendo mais ocorrências documentadas. Entre 2 e 11 dias após a exposição ao Carbofuran, nenhum resíduo pode ser detectado nas aves sobreviventes (FLICKINGER *et al.*, 1980).

Eisler (1985) relaciona casos isolados cuja mortalidade de aves foi causada pela ingestão de Carbofuran aplicado em vegetais, nos Estados Unidos, entre os anos de 1973 a 1977. São citados os números de mortes: i) 1400 Anatidae (*Anas carolinensis*, *A. acuta*, *A. americana*) entre 1973 e 1975; ii) 2450 *A. americana* em 1974; iii) 500 gansos canadenses (*Branta canadensis*) em 1976; iv) 2063 marrecas entre 1976 e 1977.

O gavião *Buteo lineatus*, as batuíras *Erolia* spp e o pássaro-preto *Agelaius phoeniceus* foram relacionados como vítimas.



Segundo Cox (1991) estima-se que nos Estados Unidos haja um ou dois milhões de aves mortas por ano em decorrência do envenenamento por Carbofuran.

Mineau *et al.* (1999) encontraram 520 incidentes documentados de envenenamento por carbamatos e organofosforados em Falconiformes no Canadá, Estados Unidos e Reino Unido, entre os anos de 1985 a 1995, sugerindo aumento significativo de mortalidade. Intoxicações secundárias ocorreram a partir de inseticida granular e sementes tratadas ou através da ingestão de invertebrados contaminados. Segundo os autores, Falconiformes pareceram mais sensíveis que outras aves aos citados pesticidas. Enfatizam que muitos casos de envenenamento por pesticidas são diagnosticados incorretamente e quando há correta diagnose, a informação geralmente não é disponibilizada às autoridades.

Nos Estados Unidos, mais de uma centena de espécies tem sido vítima de envenenamento por Carbofuran, havendo em apenas um caso mais de 2450 aves mortas, e uma estimativa do U. S. Environmental Protection Agency indica que 1 ou 2 milhões de aves foram mortas pelo Carbofuran em 1989, apoiando a afirmação do Sistema de Investigação de Incidentes Ecológicos Norte Americano, sobre o Carbofuran ser o responsável pelo maior número de mortes de aves em relação a qualquer outro pesticida (AMERICAN BIRD CONSERVANCY, 2005).

Além de mortalidade, conseqüências do uso de pesticidas na fauna silvestre foram divulgadas por Cox (1996); podem ser alterações comportamentais e disfunções endócrinas, afetando o crescimento, sexualidade e comprometendo a capacidade reprodutiva. Compostos químicos sintéticos podem mimetizar hormônios naturais ou inibir enzimas e receptores de proteínas, causando disfunções do sistema endócrino.

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (1996) os Carbamatos são derivados do ácido carbâmico e representam um grupo de inseticidas muito utilizados no Brasil, sendo exemplos, Carbaril (Sevin), Aldicarb (Temik), Carbofuran (Furadan). A ação tóxica dos Carbamatos é semelhante à dos Organofosforados; quando absorvidos pela pele, por ingestão ou inalação, ocorre inibição de enzimas colinesterases, especialmente a acetilcolionesterase, responsável pela degradação do neurotransmissor acetilcolina, levando ao acúmulo de acetilcolina nas sinapses nervosas, desencadeando uma série de efeitos parassimpaticomiméticos. Apesar das intoxicações de Carbamatos e Organofosforados serem igualmente graves, os primeiros são inibidores reversíveis das colinesterases e não produzem efeitos neurotóxicos retardados. Ambos agem no sistema nervoso central, nos glóbulos vermelhos, no plasma e em

outros órgãos, podendo haver acúmulo de efeitos. Carbamatos e Organofosforados comerciais geralmente apresentam classe toxicológica 1 (faixa vermelha) sendo extremamente tóxicos, pois a dose letal (DL<sub>50</sub>) suficiente para matar uma pessoa adulta pode ser de algumas gotas ou “uma pitada” dos produtos comerciais ( $\leq 5$  mg / kg), contudo não se acumulam nos organismos (OPAS, 1996).

O termo dose letal ciquenta, significa a quantidade em miligramas por quilo, necessária para matar 50% de uma população submetida ao teste de toxicidade. Carbofuran possui DL<sub>50</sub> entre 8 e 14 mg/kg para *Homo sapiens*; 0,238 mg/kg para *Dendrocygna bicolor*; 0,283 a 0,635 mg/kg para *Anas platyrhynchos*; 0,422 mg/kg para *Agelaius phoenicius*; 0,5 a 1 mg/kg para *Falco sparverius*; 1,33 mg/kg para *Passer domesticus*, *Columba livia* e *Molotrus ater* (CANADÁ, 1993).

Em relação aos organoclorinatos (ou hidrocarbono clorinato) como o DDT, Carbamatos no meio ambiente são menos persistentes devido à rápida degradação pela luz e micro-organismos (COX, 1991).

Eisler (1985) considera que embora a vida residual no meio ambiente seja curta, podendo ser completamente excretado de organismos, a degradação do Carbofuran é complexa e variável no que concerne a fatores biológicos e físicoquímicos, havendo pouco conhecimento sobre propriedades biológicas dos produtos resultantes da degradação, especialmente dos metabólitos nitrosados em relação à toxicidade crônica, teratogenia, mutagenia e carcinogenia.

### 2.1.2 Métodos de controle

A contínua alteração das paisagens naturais para acomodar a expansão da população humana gera para aves silvestres dificuldade de encontrar fontes naturais de alimento. Em decorrência, campos agrícolas são poderosos atrativos, havendo fácil acesso com baixo gasto de energia a fontes de alimento em abundância, sendo compreensível que as aves sejam dificilmente dissuadidas a não atacar estas culturas (AVERY, 2002).

Segundo Dolbeer (1999) as aves causam prejuízos de muitos milhões de dólares nos campos de agricultura na América do Norte, sendo que as maiores perdas são atribuídas aos pássaros-pretos (*Agelaius phoenicius*, *Quiscalus* spp e *Molothrus ater*) que atacam culturas de milho em desenvolvimento. Um inventário em 1981 indicou a perda de 300 mil toneladas, o

equivalente a 31 milhões de dólares nos Estados Unidos; em 1993, outro inventário envolvendo aves e mamíferos indicou 860 mil toneladas (92 milhões de dólares).

Tobin (2002) em uma ampla revisão abarcando as três últimas décadas encontrou que as aves, principalmente os pássaros-pretos atacando milho, arroz e girassóis, representam os mais sérios impactos na agricultura, motivando o maior número de publicações científicas. Ainda segundo este autor, quanto aos métodos de manejo e controle, tem havido ênfase crescente no desenvolvimento de repelentes e outros métodos não letais.

Lund (1973) investigou graus de repelência de sementes tratadas com Panoctine (Guazitine triacetate) em aves granívoras. Houve forte ação repelente em pombas e faisões, contudo não foram observados os efeitos resultantes do consumo das sementes.

Svensson (1975) conduziu experimento com galinhas domésticas para determinar o efeito repelente dos fungicidas Imazalil e Panoctine, os quais foram incorporados em ração balanceada em níveis correspondentes aos utilizados para tratamentos de sementes de um ou outro produto químico. Foram utilizadas concentrações de 600 mg de Panoctine e 40 mg de Imazalil por quilo de ração. Imazalil não teve efeito no consumo de alimento, ganho de peso, produção de ovos ou na incubação de ovos. O grupo que recebeu Panoctine recusou a ração, perdeu muito peso e interrompeu a postura em duas semanas. Quando receberam ração sem Panoctine, as galinhas ganharam peso e voltaram à postura. Panoctine é considerado repelente para várias espécies de aves, segundo Avery (2002).

Conforme Hawthorne (1987) técnicas de controle usuais para minimizar danos causados por aves na agricultura podem ser: i) Modificações em habitats, como fazer plantios de menor valor econômico, porém mais atrativos; praticar rotação de cultura; queima de lugares de descanso; fazer podas ou corte seletivo; sendo a medida mais drástica, a supressão total da vegetação. ii) Cercas de nylon, algodão ou arame. iii) Amedrontamento através de fortes e regulares explosivos (fogos de artifício, canhões de carbureto, acetileno e de propano); reprodução de gritos agonísticos de aves associados às explosões regulares; espantalhos e balões de hélio; Avitrol<sup>®</sup> (ver abaixo Baur e Jackson (1981): Repelentes Narcoquímicos). iv) Repelentes odoríferos (naftalina aplicada em locais fechados); táteis como alguns tipos de visgos; e gustativos como Thiram<sup>®</sup>, destacando-se o Mesurol<sup>®</sup> para prevenir danos ocasionados por pássaros pretos em sementes de milho. v) Agentes tensoativos como o PA-14 que reduz a tensão superficial das penas, permitindo que as plumas interiores se molhem com a chuva,

causando perda de temperatura e morte. vi) Armadilhas diversas. vii) Armas de fogo (cartucheiras com munição CB). viii) Tóxicos mortais como Scarlicide<sup>®</sup>, Endrin e Fenthion aplicados em iscas.

O trabalho de Baur e Jackson (1981) apresenta um apanhado histórico acerca dos métodos para evitar os danos causados pelas aves silvestres na agricultura. Segundo os autores “A destruição sistemática e periódica de ninhos deve ser realizada no período de reprodução, em intervalos de duas ou três semanas, tendo em vista o tempo de incubação das espécies.” (p. 32).

Em adição a este método, pode-se:

i) tentar diminuir os locais propícios à reprodução das espécies, ii) diminuir a oferta de material utilizado nos ninhos, iii) capturar adultos quando estão cuidando da prole, iv) matar os embriões com pequenos furos no ovo ou ministrando sobre os ovos, óleos pesados com o objetivo de fazer os pais perderem tempo com crias mortas.

Repelentes podem ser classificados de acordo com as seguintes categorias: i) visuais; ii) acústicos; iii) táteis; iv) gustativos e v) olfativos; ocorrendo associações, como repelentes narcoquímicos e mecânicos.

Repelentes visuais. O pânico provocado visualmente nas aves pragas pode ter conotação biológica representada pela relação entre presa e predador (silhuetas de predadores), ou ser decorrência de uma nova experiência, ou situação inusitada (reflexos brilhantes, balões). Como a visão das aves é muito desenvolvida elas são mais influenciadas pelas cores e formas que a maioria dos mamíferos. Formas lembrando predadores, incluindo o Homem, podem ser efetivas para curtos períodos. Silhuetas de Falconiformes podem ser utilizadas, mas as aves podem se habituar a este recurso, sendo necessários reforços secundários. Entre outros utilizados, há modelos de aves predadoras motorizados ou suspensos por balões, faces plásticas de corujas e simulações dos olhos de predadores em movimento, combinado com ruído de explosão, grandes balões meteorológicos que invadem o espaço aéreo das aves, ou ainda outras formas inesperadas arrastando fitas plásticas e objetos brilhantes. Estes repelentes funcionam por pouco tempo devido à habituação, podendo ser associados a fontes de alimento, piorando o problema. De forma geral, os repelentes visuais são os de menor poder quando usados sozinhos, mas são valiosos como suplementos de outros tipos de repelentes.

Repelentes acústicos. São os repelentes mais usados. Explosivos automáticos podem ser úteis, até que a repetição dos ruídos irrite também os seres humanos. Ultrasons não funcionam para aves pragas porque a faixa audível que elas utilizam, é exatamente a mesma dos humanos. Simulações ou “play back” de sons agonísticos reproduzidos artificialmente em elevado volume

funcionam para algumas Famílias, mas não para Columbidae nas Américas, porque estas aves não possuem chamados desta natureza. O AvAlarm System<sup>®</sup> reproduz em campo, sons agonísticos inatos de uma ou várias espécies de aves, visando dispersá-las. Este sistema tem sido utilizado efetivamente na agricultura, especialmente em culturas de frutas, entretanto tem-se argüido muito a respeito da habituação ao estímulo. Predições generalistas são que a resposta deve diminuir com o aumento da frequência e o decréscimo da intensidade do estímulo. A alternância, ou uso pouco freqüente do estímulo pode diminuir a habituação, bem como a detonação com explosivos de acetileno, como reforço secundário, irá prolongar a aversão ao estímulo. O AvAlarm System também atrai aves predadoras, que podem ser indesejadas no local.

Repelentes táteis. Ofendem o sentido tátil das aves, podem ser bastões de cola ou cola espalhada em extremidades. As substâncias consistem em polibutílenos e ou polietílenos, e poderiam ser efetivas durante vários meses até um ano ou mais, contudo ficam sujas e devem ser removidas. Algumas vezes, aves ficam coladas, podendo resultar em opinião pública adversa. Outro tipo de repelente tátil é um campo eletrostático que atua nas penas das aves causando incômodo, utilizado com sucesso em construções públicas de Washington, D.C.

Repelentes gustativos. O sentido do paladar em aves granívoras é rudimentar, mesmo assim, o princípio desta técnica é fazer com que o sabor de alimentos se torne extremamente desagradável, tal como um broto, uma plântula, ou fruto em estágio inicial de desenvolvimento, onde há grande concentração de tanino. O Methiocarb tem sido utilizado para o tratamento de algumas culturas. O Mesurol (ou “methiocarb”) é um carbamato e inseticida empregado em sementes e frutas. Sua ingestão causa nas aves uma resposta fisiológica adversa associada com o sabor, e então as mesmas evitam o tratamento (e às vezes até culturas ao lado que não foram tratadas). O ponto fraco é que todas as aves precisam ir até o tratamento e ingerir o produto, porque a comunicação dentro do bando parece não ocorrer.

Repelentes olfativos. O sentido do cheiro é provavelmente muito menos desenvolvido que o do paladar na maioria das espécies de aves. Contudo o Naphthaleno tem sido utilizado para espantar aves em espaços parcialmente fechados. Formando vapor odorífero mais pesado que o ar e concentrando-se ao nível do solo, seu uso deve ser avaliado tendo em vista problemas com humanos.

Repelentes narcoquímicos. Produtos químicos narcóticos podem causar uma área de repelência pela aversão aos indivíduos que estão ao redor, apresentando comportamento

estranho. Foram administrados pela ingestão de grãos tratados com Alpha-clorose no Japão e Tribromoethanol na Europa, em ambas as situações com algum sucesso. Uma droga tóxica, o Avitrol – 4-aminopyridine (4-AP), considerada repelente visual e química, é administrada por intermédio da ingestão de grãos tratados a umas poucas aves, afetando o sistema nervoso central resultando em comportamentos estranhos, vôos erráticos, com emissões de chamados agonísticos. Como resultado, as aves não afetadas abandonam a área e a maioria das aves afetadas morre. (Um experimento testando 4-AP contra Icteríneos obteve sucesso limitado devido principalmente às baixas densidades populacionais das aves [DOLBEER *et al.*, 1976]).

De forma geral repelentes usualmente não são uma resposta satisfatória, embora o sucesso dependa muitas vezes do desejo das aves de viverem no local e das alternativas disponíveis para elas. Enquanto os repelentes alteram os padrões de comportamento, eles simplesmente mudam o problema para outras áreas. A menos que repelentes mecânicos sejam usados, a duração da efetividade pode ser muito pequena. Princípios governando a ação de muitos repelentes são: o tempo, a diversidade de espécies de aves e a persistência (BAUR; JACKSON, 1981).

Avery e Mason (1997) testaram se a associação de repelentes, atuando de maneira poli-sensorial, geraria menor consumo de sementes tratadas por *Agelaius phoenicius* em cativeiro, do que a ação de repelentes atuando isoladamente. Foram testados repelentes sonoros, visuais e químicos. O grito de alarme específico do Icterinae foi ineficiente tanto quanto a cor repelente (vermelho) aplicada nas sementes de arroz. A associação “methiocarb + cor vermelha + “methyl anthranilate” foi efetiva em relação aos métodos individuais, entretanto a associação “methiocarb + metil antranilato” e apenas methiocarb a 0,025%, suprimiram o consumo efetivamente, mesmo havendo uma subsequente oferta de sementes não tratadas. Os autores sugerem, apesar dos resultados, que cores repelentes e agentes químicos irritantes devem ser associados para melhor controle de pragas em campos de agricultura.

Nelms e Avery (1997) reportam que *A. phoenicius* causa dano substancial a uma variedade de cultivos na América do Norte. Segundo eles, métodos não letais de controle são geralmente ineficientes, em adição, questões ambientais e aspectos financeiros têm limitado o uso de repelentes químicos como o methiocarb. Sugerem que baixas taxas deste repelente químico e de outros similares podem ser utilizadas com sucesso se houver associação com algum outro estímulo sensorial. Administrando “methiocarb” a 0,025%, concentração cinco vezes

menor do que a usualmente estabelecida como efetiva para repelir aves, a *A. phoenicius* em cativeiro, encontraram que cada tratamento testado de “methiocarb” suprimiu o consumo de arroz, se o repelente estivesse sozinho, associado à cor repelente (vermelho), ou a uma substância volátil (“methylpyrazine”). O arroz tratado apenas com cor vermelha foi em continuidade oferecido às aves, não havendo consumo, ao contrário daquele tratado apenas com a substância volátil oferecido posteriormente em contato com o “methiocarb”.

Avery *et al.* (1998) obtiveram resultados animadores com Antraquinona (“Anthraquinone”), uma substância química natural de muitas espécies de plantas agindo como repelente gustativo. Em concentrações de 0,5 e 1% (g/g) aplicadas em arroz obtiveram reduções de 64 a 93% no consumo, em relação a grupos testemunhos. Em campo, utilizando parcelas de 2 ha, a perda foi de 0 e 12% em relação a 33 e 98% de brotos de arroz. Uma filmagem com *Agelaius phoenicius* (congênera de *A. ruficapillus*, espécie praga de arroz no sul do Brasil) em cativeiro mostrou no primeiro dia: ingestão de 44 sementes, vomitando 4 minutos após, durante mais 9 minutos, nenhuma alimentação, vômitos 5 vezes, muita ingestão de água. Depois de 16,5 minutos do primeiro vômito, ingestão de 26 sementes, vomitando mais 3 vezes nos próximos 20 minutos. Durante os seguintes 23 minutos, ingestão de 16 sementes, vomitando mais 5 vezes. Por fim, a ingestão de 17 sementes e mais 2 vômitos, após o que a ave voltou várias vezes à comida, sem ingerir nada. No segundo dia, a ave ingeriu 40 sementes e vomitou 7 vezes, não mais consumindo sementes, embora visitasse a comida. Durante o terceiro dia consumiu 12g e 0g no quarto dia. Uma ave conseguiu evitar o efeito adverso da antraquinona, embora tenha consumido sempre, pequena quantidade de sementes. Segundo os autores, fenômeno semelhante já havia sido relatado para o pardal (*Passer domesticus*), sendo isto um potencial limitador da efetividade em campo.

Gill *et al.* (1998a) conseguiram utilizando aplicações em “spray” de cinamamida (“Cinnamamide”) sobre as folhas de “oilseed rape” (*Brassica napus*: Cruciferae), reduções de até 44% no dano de folhas interiores, de até 57% no número de plantas danificadas severamente e de até 22% de dano nas folhas exteriores. Cinamamida é um derivado sintético do ácido cinâmico, composto secundário encontrado em plantas. A aparente demora de proteção nas folhas exteriores foi devido ao fato de muitos danos às folhas externas já terem ocorrido quando da aplicação do repelente químico. Além disso, não houve prevenção completa e alguns tratamentos apresentaram considerável dano. Uma formulação mais persistente e resistente ao clima é

necessária. Devem ser feitas várias aplicações durante o surgimento, crescimento e morte de folhas. Não foram observados efeitos tóxicos nas plantas e nas aves, contudo estudos têm mostrado que em baixos níveis de aplicação, a pomba-doméstica (*Columba livia*) rejeitou o cinamamíde devido ao sabor ou cheiro e ou pela irritação na cavidade bucal (WATKINS *et al.*, 1995).

Gill *et al.* (1998b) realizaram interessante estudo utilizando cinamamíde como repelente em grãos de amendoim. Conseguiram que diversas espécies alterassem seu comportamento, indo forragear nos comedores distantes da mata, onde foram oferecidas sementes não tratadas. A princípio, durante sete dias, a quantidade restante de amendoim foi de 15 a 65%, depois as aves rejeitaram completamente esta opção. As aves apresentaram comportamento sugerindo sensação de sabor horrível. Não foram relatadas mortes. Este estudo indica que cinamamíde pode ser um bom repelente, contudo as espécies de aves não eram grandes geradoras de danos e havia a opção de alimento sem tratamento.

James *et al.* (1999) na tentativa de diminuir a abundância de pombas-domésticas (*Columba livia*) e pardais (*Passer domesticus*), bem como construção de ninhos, utilizaram dois tipos de repelentes, um o “noisemaker” – fazedor de barulho, que emitia gritos agonísticos (“distress call”), outro, a lâmpada de iodeto de sódio. Entretanto, nenhum dos métodos foi eficiente para ambas finalidades, não sendo recomendados pelos autores.

Hartley *et al.* (1999) acreditam que identificar cores que não sejam atrativas para aves e adicionar estas cores a iscas envenenadas pode evitar mortes. Um Rallidae australiano (*Gallirallus australis*), no primeiro dia de experimentação em cativeiro consumiu significativamente mais iscas de cor vermelha e amarela do que iscas verdes, azuis ou marrons, porém o consumo de todas as cores aumentou notavelmente nos dias subseqüentes, provavelmente devido à dieta onívora e hábitos oportunistas da ave. Os autores indicam o azul como cor repelente e comentam que, devido variações individuais dentro de uma mesma população, não se deve esperar que uma cor evite 100% de consumo, pesquisas devem se concentrar nas cores que evitam a maior porção das aves.

Avery *et al.* (1999) fizeram experimento semelhante aos citados acima com *A. phoenicius* e *Quiscalus major*, espécies de aves daninhas na América do Norte. A cor azul foi a menos atacada. Os autores sugerem que cores repelentes devem contribuir para o desenvolvimento de



métodos não letais, reduzindo as depredações em campos de agricultura, devendo o azul ser incorporado nas estratégias para desencorajar aves granívoras.

Hartley *et al.* (2000) comentam que tem havido crescente aumento de conhecimento a respeito da ingestão de sementes tratadas por animais silvestres na Nova Zelândia. Os autores investigaram a preferência de uma espécie de ave (*Petroica australis*), por sementes coloridas artificialmente. Foram oferecidas sementes vermelhas, amarelas, marrons, verdes, azul brilhante e azul médio. As aves em liberdade atacaram mais as sementes vermelhas, amarelas e verdes do que as da azul médio, azul brilhante ou marrom. Não houve diferença significativa entre estas preferências nas populações diferentes de *P. australis*. Estas preferências foram similares às aquelas apresentadas por outra ave nativa, *Gallirallus australis* (HARTLEY *et al.*, 1999).

Moran (2001) testou em cativeiro a ação repelente de “methyl anthranilate” em duas formulações comerciais em *Columba livia* e *Passer domesticus*, espécies daninhas em Israel. As pombas consumiram significativamente mais grãos não tratados. Quando não houve alternativa de comida não tratada, não houve diferença entre os tratamentos. Os pardais apresentaram diferenças em relação às formulações. Pombas e pardais preferiram as formulações menos concentradas. Este estudo não determina a possibilidade de haver habituação das aves em relação ao repelente, tal como afirmam os autores. Eles também salientam que espécies diversas apresentam diferentes reações aos repelentes químicos.

Avery *et al.* (2001) testaram em cativeiro o consumo de sementes tratadas com “methiocarb” (Mesurol<sup>®</sup>) e “anthraquinone” (Flight Control<sup>®</sup>) em *Spiza americana*, uma espécie de ave praga em plantações de arroz e sorgo na Venezuela. Estas citadas formulações reduziram o consumo de sementes de arroz tratadas em 70%. Outras formulações destes mesmos compostos foram ineficientes. Os autores sugerem que estas formulações sejam adequadas para reduzir-se o dano na Venezuela, principalmente se houver locais alternativos para a alimentação das aves.

Segundo Sayre e Clarck (2001) o número de repelentes químicos comerciais de aves disponíveis tem sido reduzido devido à segurança ambiental. Repelentes que são evitados pelas aves por serem irritantes aos sentidos periféricos são chamados de primários. Os repelentes que causam injúrias gastro-intestinais e aprendizado associado a esta injúria são denominados secundários. Os repelentes secundários reconhecidos como mais eficientes são derivados de pesticidas agrícolas e geralmente enfrentam grande pressão contra seu uso em função de sua

toxicidade. Repelentes primários são geralmente derivados de produtos naturais, sendo incentivados por causarem menores impactos ambientais, contudo são menos eficazes. Os autores encontraram que se o repelente primário “methyl anthranilate” for administrado gastro-intestinalmente em *Sturnus vulgaris*, ele pode alcançar os mesmos níveis de repelência do repelente secundário “methiocarb”. Também, foi verificado que esta espécie mostrou pouco comportamento agonístico (imobilidade, regurgitação) ao ingerir o metil antranilato, em relação à ação dos repelentes secundários. Assim, repelentes primários podem ser convertidos em secundários se aplicados por vias gastro-intestinais, aumentando-se a potência e viabilidade econômica destes produtos químicos.

O artigo de Cueto *et al.* (2001) enfoca métodos de analisar a preferência do tico-tico (*Zonotrichia capensis*) por tipos de sementes diferentes. São sugeridos dois protocolos de análises para evitar o viés em determinar as preferências alimentares secundárias da espécie.

Brunner e Coman (sem data) testaram na Austrália a ingestão de grãos coloridos artificialmente em aves silvestres em campo e em cativeiro. A ingestão de azul e verde foi significativamente menor em relação aos grãos não tratados. Grãos negros, vermelhos e amarelos também foram menos consumidos.

A utilização de cores aversivas e chamativas, indicando aviso ou advertência, para evitar ataque de aves pode ter fundamento na teoria do aposematismo. Segundo Thomas *et al.* (2004), coloração conspícua de advertência ajuda a proteger eventuais presas porque são sinais ao potencial predador de que a presa não será boa. Härlin e Härlin (2003) consideram os seguintes critérios para caracterizar um organismo aposemático: i) ser suficientemente perigoso para a saúde dos predadores, tanto que eles não o comam; ii) apresentar coloração conspícua, ou advertências através de outros sinais; iii) alguns predadores evitam o ataque devido a estes sinais; iv) estes sinais oferecem melhor proteção para indivíduos ou seus genes do que outros recursos, por exemplo, a camuflagem.

A evolução do aposematismo tem sido paradoxal, pois o primeiro indivíduo mutante aposemático representa imediata desvantagem seletiva devido a sua maior conspicuidade aos predadores ignorantes do significado da sua morfologia. Assim, tem sido difícil entender como uma nova forma de morfologia conspícua poderia evitar rápida extinção, sobreviver e aumentar sua população até que predadores sejam educados aos sinais de advertência.

Neste sentido, Thomas *et al.* (2004) reuniram diversas evidências que predadores evitam novas presas e que esta aversão pode se prolongar mesmo sendo presas palatáveis – fato que é chamado de dieta conservadora ou neofobia – podendo facilitar a evolução do aposematismo, pois se predadores evitam novas presas por tempo suficiente, novas formas e cores podem invadir a população presa e persistir.

Além desta constatação, sabe-se que predadores focalizam seus esforços de busca sobre os tipos mais comuns de presa, formando uma “imagem de busca” que os capacita a encontrar alimento mais efetivamente, diminuindo o impacto sobre as espécies incomuns de presas (Futuyma, 1992).

Assim, aposematismo, neofobia e imagem de busca são adaptações comportamentais que podem explicar a aversão de aves predadoras às presas que exibem cores chamativas e inusitadas em relação aos seus habitats.

### 2.1.3 Camuflagem de sementes

Segundo Hart (2001) como Classe, Aves são reconhecidas pela plumagem colorida e adaptações aéreas que implicam em bem desenvolvida capacidade de discriminação de cores e detecção de movimentos. O sistema visual das aves é limitado primariamente pelos comprimentos de luz detectáveis pela visão e, devido ao amplo espectro de iluminação dos habitats terrestres e porque a variação da qualidade espectral é relativamente pequena comparada a habitats aquáticos, por exemplo, fotorreceptores das aves terrestres são muito similares entre espécies. Entretanto, o grau de sensibilidade à luz próxima do ultravioleta constitui a maior diferença entre espécies terrestres. Variações de absorção espectral dependem do menor comprimento de onda limitado pela fotorrecepção; Anseriformes e Galliformes têm pigmento visual VS  $\lambda_{\max}$  entre 415 e 426 nm; Ciconiiformes, Columbiformes e Struthioniformes têm pigmento visual VS  $\lambda_{\max}$  entre 402 e 409 nm; Passeriformes e Psittaciformes têm pigmento visual UVS  $\lambda_{\max}$  entre 355 e 380 nm. Pigmentos visuais Sensíveis ao Violeta (VS) situam-se acima de  $\lambda_{\max}$  400 nm, e pigmentos Sensíveis ao Ultravioleta (UVS) abaixo deste valor de comprimento de onda.

O espectro de absorção característico do sistema ocular das aves é desenvolvido para maximizar a discriminação do comprimento de onda através do espectro de luz disponível para a

visão, otimizando o grau de sobreposição com adjacentes classes espectrais de fotorreceptor, considerando que o espectro seja limitado por fatores endógenos ou exógenos.

A revisão de Hart (*op. cit.*) apóia evidências de que o sistema visual das aves seja desenvolvido primariamente para detectar alimento e evitar predadores, a coloração conspícua do corpo tomaria vantagens do sistema visual já existente.

Em mamíferos, o sentido gustativo é considerado o mais importante fator na seleção de nutrientes, entretanto na maioria das aves, o paladar é de pouca relevância na escolha entre alimentos sólidos. Por outro lado, tem sido demonstrado repetidamente que, em humanos e outros animais, a deficiência de nutrientes específicos pode alterar a percepção gustativa (ZUBERBUEHLER *et al.*, 2002). Fatores como maior taxa de assimilação de energia (AVERY *et al.*, 1999), seleção de frutos mais doces (LEVEY, 1987), ocorrência de substância tóxica (M<sup>C</sup> KAY *et al.*, 1999) e deficiência de nutrientes, podem ser determinantes na escolha de itens alimentares pelas aves, embora geralmente preferências e aversões estejam relacionadas ao sabor e a aparência dos possíveis itens alimentares (ZUBERBUEHLER *et al.*, *op. cit.*).

O sentido gustativo pouco desenvolvido é uma hipótese plausível para explicar resultados limitados de alguns autores, utilizando repelentes químicos na ausência de fontes alimentares alternativas às aves: Avery *et al.* (1998) com antraquinona, e Moran (2001) usando metil antranilato. A exemplo destes casos, quando grãos coloridos artificialmente foram usados também houve taxas de ingestão (AVERY *et al.*, 1999; HARTLEY *et al.* 1999, 2000; BRUNNER; COMAN [sem data]) as quais podem implicar em expressiva mortalidade em situações cuja densidade de aves seja elevada.

A associação de repelentes químicos às cores aversivas tem gerado resultados mais efetivos como método de controle de danos à agricultura (AVERY; MASON, 1997; NELMS; AVERY, 1997), porém, em situações onde aves podem ser fatalmente envenenadas com a ingestão de apenas um ou poucos grãos, esta alternativa não representa solução para evitar mortalidade, uma vez que a comunicação entre as aves afetadas e sadias não parece ocorrer (BAUR; JAKSON, 1981).

Segundo Zug *et al.* (2001) predadores detectam presas pela visão, calor, audição tato e olfato. Escapar da detecção de um predador requer: i) interferência com a habilidade do predador em utilizar os sentidos acima; ii) não ser notado quando o predador estiver procurando sua presa. Assim, coloração críptica, morfologia e mobilidade são recursos altamente efetivos para evitar a

detecção por predadores visualmente orientados. Uma espécie críptica seria aquela cuja coloração e ou morfologia se assemelham a aspectos relevantes do hábitat onde vive considerando uma amostragem visual ao acaso deste ambiente.

A literatura ecológica é rica na documentação de espécies crípticas que conseguem sobreviver na presença de predadores. Sobretudo, a capacidade de muitas espécies de répteis, anfíbios e peixes alterarem suas pigmentações de acordo com o substrato onde se encontram, é indicativo de que o comportamento críptico representa grande sucesso evolutivo e por isso, seria muito freqüente na natureza.

Uma das aplicações mais conhecidas da biônica na área militar é a camuflagem, cuja inspiração veio da capacidade críptica de animais como os camaleões e zebra (COLAVITTI, 2003). Segundo esta autora, a biônica teve início com a camuflagem, sendo definida como: “Ciência baseada em seres vivos e sistemas que possuem as características dos organismos vivos ou que se assemelham a eles”.

O termo camuflagem deriva da palavra francesa “camoufler” que significa disfarçar, ou dissimular através de um disfarce, sendo importante para sua efetividade em uso militar os seguintes aspectos visuais: i) combinar com o cenário de fundo; ii) evitar contrastes; iii) evitar contornos bem definidos (FRANKEL *et al.*, 2004).

Utilizando uma abordagem teórica sobre a efetividade da camuflagem em hábitats heterogêneos, Merilaita *et al.* (1998) encontraram que a probabilidade de escapar da detecção está relacionada: i) ao grau da camuflagem; ii) à ocorrência de micro-hábitats; iii) às possibilidades de haver predadores em micro-hábitats.

Coloração críptica ou camuflagem é uma adaptação que diminui o risco de detecção e segundo Merilaita (2003), estudos sobre a evolução da camuflagem têm enfatizado fortemente a efetividade de haver combinação com o ambiente de fundo em colorações crípticas.

Schmidt *et al.* (2004) através de experimento utilizando aves em cativeiro sugerem que a conspicuidade resultante do contraste entre cores é mais determinante na seleção de alimentos pelas aves do que as próprias cores em si, o que explicaria a preferência universal para frutos negros e vermelhos.

Merilaita e Lind (2005) concluíram através de experimento com *Parus major* em cativeiro que a semelhança, no que concerne à combinação com o cenário (“background match”) é importante aspecto na dissimulação da presa (p. ex.: contornos arredondados de uma presa

ficam bem disfarçados com contornos arredondados de um cenário ao fundo), mas que uma coloração combinando com o ambiente de fundo não é suficiente, nem necessária para minimizar a probabilidade de detecção.

Porém, Cuthill *et al.* (2005) em experimento de campo encontraram que ao contrário de Merilaita e Lind (*op. cit.*), cores combinando com o ambiente de fundo representam importante aspecto na camuflagem, sendo mais determinante para diminuir a detecção de presas que a combinação de formas e contornos com o cenário de fundo.

Embora não tenham mencionado, quando Hartley *et al.* (1999, 2000) testaram com relativo sucesso a cor marrom para evitar o consumo de grãos envenenados por aves, eles estavam aplicando o princípio da biônica, através na coloração das sementes, pois a cor marrom não é aversiva às aves, já que a ingestão de pequenas pedras marrons por aves, para ajudar na tarefa de trituração dos alimentos efetuada pela moela é comportamento comum em diversas Famílias (CANADA, 1993; SICK, 1997).

Considerando revisões a respeito de métodos de controle de danos causados por aves na agricultura, e sobre mitigação de impactos ambientais na fauna silvestre, decorrentes do emprego de pesticidas (HAWTHORNE, 1987; BAUR & JACKSON, 1981; DOLBEER, 1999; AVERY, 2002; TOBIN, 2002), camuflagem de sementes tratadas com agrotóxico, tal como realizado neste estudo, é uma medida de mitigação de impacto ambiental inédita.

## **2.2 Metodologia**

### **2.2.1 Obtenção de camuflagens**

#### **2.2.1.1 A busca da camuflagem para sementes**

Com a intenção de conseguir através de corantes artificiais, uma tonalidade bastante semelhante à cor da terra, capaz de camuflar sementes de trigo, tornando-as imperceptíveis às aves, procedeu-se ao primeiro experimento de coloração, em março de 1981. Uma cobertura adequada deveria camuflar efetivamente as sementes sem prejudicar a germinação, possuindo baixo custo e ausência de toxicidade. Para o primeiro experimento com coloração, foram usadas diversas tonalidades do produto comercial chamado “Pó Xadrez”, utilizado normalmente em pinturas. Este produto foi aplicado diretamente nas sementes, sem o emprego de adesivos.

A composição química deste corante baseia-se, principalmente, em óxidos de ferro (FeO) nas cores vermelha e amarela, e de sulfúrio coloidal silicatado de FeO na cor azul, sendo estas, as três cores que formaram as misturas (camuflagens).

As proporções em gramas dos pigmentos, de acordo com as colorações dos solos, variaram da seguinte maneira:

- i) 15 vermelho: 4 amarelo: 5 azul;
- ii) 15 vermelho: 14 amarelo: 5 azul;
- iii) 15 vermelho; 4 amarelo; 15 azul.

A análise de coberturas camufladas foi feita visualmente, comparando-se com amostras de solo do viveiro na Esalq e da região de Londrina – PR, onde se realizariam respectivamente, os primeiros experimentos de viveiro e de plantio.

#### **2.2.1.2 Aperfeiçoamento de camuflagens**

Em busca do desenvolvimento de técnicas de camuflagem de sementes tratadas com a calda de Carbofuran que proporcionassem coloração e textura semelhantes às do solo, a fim de impedir que aves silvestres as reconheçam, realizaram-se experimentos em duas fases para a seleção de material adequado. Posteriormente os ingredientes utilizados para a camuflagem, foram selecionados de acordo com critérios pertinentes ao processo germinativo das sementes e de tratamento das mesmas nas máquinas que aplicam a calda de Carbofuran. Esta calda, composta de Carbofuran, Rodamina B e fungicida é aquela conhecida comercialmente como Ralzer<sup>®</sup>, sendo fabricada pela Fersol Indústria e Comércio Ltda.

### **2.2.1.2.1 Seleção de material para a camuflagem de sementes: fase 1**

Esta fase iniciada em janeiro de 2002, teve como objetivo testar diferentes materiais a serem possivelmente utilizados no processo de camuflagem das sementes. Foram observadas características como a capacidade de coloração de pigmentos, viscosidade, aglutinação de sementes durante os tratamentos, homogeneidade e resistência das coberturas, sendo que materiais considerados adequados foram selecionados para a fase 2.

O material experimentado na fase 1 foi: gesso branco, carbonato de cálcio, pó Xadrez<sup>®</sup> (óxido de ferro), Xadrez<sup>®</sup> líquido, tinta (pigmento concentrado sintético – marca Coral), cola branca, calcário dolomítico com magnésio (Hidrax<sup>®</sup> marca Everest) e Ralzer.

A cada teste, ou seja, a cada tipo de mistura, uma porção de milho (100 g) era despejada em um pote plástico. Em um recipiente à parte, misturava-se o material a ser testado, acrescentando-se, em seguida, esta mistura ao milho. O pote fechado era agitado simulando a máquina onde normalmente sementes recebem a calda de Carbofuran.

### **2.2.1.2.2 Seleção de material para a camuflagem de sementes: fase 2**

Esta fase, realizada entre fevereiro e março de 2002, teve como objetivos:

- i) Determinar as proporções mínimas ideais dos pigmentos para que se obtivesse cobertura homogênea das sementes e desaparecimento completo da cor avermelhada ocasionada pela Rodamina B, corante presente no Ralzer.
- ii) Determinar as proporções mínimas ideais dos pigmentos para que se atingissem tonalidades de cor próximas às diversas tonalidades do solo.
- iii) Determinar quantidades mínimas de água a serem acrescentadas à mistura.
- iv) Determinar as quantidades mínimas de cola branca necessárias para melhor adesão do pigmento à semente, no caso de sementes já tratadas com Ralzer.
- v) Testar a possibilidade do uso de solo como elemento principal ou auxiliar na camuflagem de sementes.

O material utilizado foi: sementes de milho sem tratamento prévio; sementes de milho com tratamento prévio (Ralzer); sementes de milho com tratamento prévio (Ralzer e fungicida); pó Xadrez marrom, pó amarelo e pó vermelho, Xadrez líquido marrom, solo peneirado, água, cola branca, potes plásticos grandes com tampa, balança analítica, seringas (3 e 5 ml).



Foram pesados milho e pigmentos (pó Xadrez) em balança analítica para que se obtivesse precisão nos resultados. As sementes de milho foram divididas em porções de 100 g. O pó Xadrez nas cores marrom, amarelo e vermelho, foi dividido em diferentes quantidades: porções de 0,1 grama até 2,0 gramas.

A cada teste, ou seja, a cada tipo de mistura, a porção de milho (100 g) era despejada em um pote plástico. Em um recipiente à parte, misturava-se o material a ser testado, acrescentando-se em seguida esta mistura ao milho. O pote tampado era agitado simulando a máquina onde normalmente as sementes recebem a calda de Carbofuran.

Quando o solo peneirado foi utilizado, primeiramente as sementes recebiam a cobertura citada acima; depois enquanto ainda estivessem úmidas, recebiam uma camada de solo seco. Em seguida, acrescentava-se água e cola e mais porções de solo seco, até que se atingisse a cobertura adequada. As sementes então foram dispostas em recipientes plásticos para secarem e receberem análise visual posteriormente.

Os tratamentos experimentados na fase 2 de seleção de material foram:

Grupo 1. Milho sem tratamento prévio com Ralzer: i) corante pó, corante líquido e água; ii) corante pó, cola e água, iii) corante pó, Ralzer e água; iii) corante pó, Ralzer modificado e água; iv) corante pó, Ralzer, cola, água e solo; v) corante pó, Ralzer, água e solo; vi) solo e Ralzer; vii) solo, Ralzer modificado, cola e água.

Grupo 2: Milho com tratamento prévio com Ralzer: i) corante pó, corante líquido e água; ii) corante pó, cola branca e água; iii) corante pó, cola branca, água e solo.

Grupo 3: Milho com tratamento prévio com Ralzer, fungicida e micronutrientes:

i) corante pó, cola branca e água; ii) corante pó, corante líquido e água.

As proporções de cada item utilizado para a fase 2 de coloração encontram-se no Anexo, Tabelas 1 a 15.

### **2.2.2 Experimentos em cativeiro**

Para orientar os ensaios de consumo de sementes em campos agrícolas, experimentos em um viveiro foram conduzidos, possibilitando observações e contagens cujos resultados são limitados estatisticamente por questões de pseudo-replicação (HULBERT, 1984) associadas à pequena população de aves restrita à área do viveiro.

Construiu-se na Esalq, um viveiro com de 10m x 4m x 5m (altura) com poleiros em várias alturas, bebedouro de água corrente e diversos coxos de alimentação e abrigos. Quarenta rolinhas (*Columbina talpacoti*: Columbidae) selvagens foram capturadas na Esalq com redes-neblina e soltas no viveiro, equivalendo a 1 ave / m<sup>2</sup>. Aves da Família Columbidae estão entre as principais vítimas de envenenamento. Rolinhas alimentam-se de sementes e são consideradas pombas de pequeno porte, pesando em média 40 gramas.

O processo de habituação, no qual as aves foram alimentadas com quirera de milho e arroz durou 20 dias. A partir deste período, a alimentação de milho e arroz foi sendo gradativamente substituída por sementes de trigo.

### **2.2.2.1 Consumo de sementes camufladas, naturais e peletizadas**

Sementes camufladas ou peletizadas seriam menos consumidas por aves silvestres em cativeiro, sugerindo que os métodos de camuflagem ou de peletização poderiam apresentar resultados satisfatórios em campos agrícolas. Para saber qual a intensidade de consumo de sementes peletizadas em relação às sementes de cor natural e sementes camufladas, possivelmente refletindo preferência das aves por alimentos mais fáceis de mandibular e de encontrar, procedeu-se a um experimento utilizando o viveiro descrito acima, com 40 rolinhas (*Columbina talpacoti*), equivalendo a 1 ave / m<sup>2</sup>. Foram estabelecidos cinco tratamentos:

- i) Sementes de trigo camufladas na proporção 1,5 kg de pigmento vermelho; 0,40 kg de pigmento amarelo; 0,50 kg de pigmento azul.
- ii) Sementes de trigo da cor natural.
- iii) Mistura de sementes dos tratamentos i e ii, havendo iguais quantidades de sementes.
- iv) Sementes de trigo peletizadas de cor bege.
- v) Mistura de sementes dos tratamentos ii e v, havendo iguais quantidades de sementes.

Em 40m<sup>2</sup> de superfície, foram distribuídos 15 quadrados de 0,5m x 0,5m. Cada quadrado recebeu 30 sementes dos diferentes tratamentos, obtendo-se no total 150 sementes por tratamento. As sementes foram contadas todos os dias, iniciando-se em 08/07/1881, durante dez dias, para posterior análise. Como alternativa de alimentação foram oferecidos arroz e quirera de milho. Sementes peletizadas foram fornecidas pela FMC Agricultural Products.

### 2.2.2.2 Consumo de sementes naturais e azuis

Cores repelentes são citadas na literatura como uma forma de desencorajar aves granívoras, havendo ingestão significativamente menor em relação a grãos não tratados. O azul é citado como cor menos preferida (AVERY *et al.*, 1999; HARTLEY *et al.*, 1999, 2000). Haveria viabilidade na utilização de corantes azuis no tratamento de sementes para evitar a ingestão das mesmas durante o plantio? Assim, para saber quanto à preferência alimentar de *Colombina talpacoti* (rolinha) em relação às sementes azuis, possivelmente havendo aversão, procedeu-se a um experimento utilizando o viveiro descrito acima, com 20 rolinhas, equivalendo a 1 ave / 2 m<sup>2</sup>. Foram estabelecidos três tratamentos:

- i) Sementes de trigo de cor azul.
- ii) Sementes de trigo da cor natural.
- iii) Mistura de sementes dos tratamentos 1 e 2, havendo iguais quantidades de sementes.

Em 40m<sup>2</sup> de superfície, foram distribuídos 15 quadrados de 0,5m x 0,5m. Cada quadrado recebeu 30 sementes dos diferentes tratamentos, obtendo-se no total 150 sementes por tratamento. As sementes foram contadas todos os dias, iniciando-se em 22/08/1982, durante cinco dias, para posterior análise.

### 2.2.2.3. Consumo de sementes naturais e com Mesurol

O “Methiocarb” ou Mesurol, de acordo com Baur e Jackson (1981), é um carbamato inseticida cuja ingestão causa nas aves uma resposta fisiológica adversa associada com o sabor, sendo um eficiente repelente primário. Todavia, segundo Avery (2002) o Mesurol inibe a ação de enzimas colinesterases durante as sinapses do sistema nervoso, causando vômitos e paralisia, sendo repelente secundário, pois a interrupção do consumo ocorre por efeitos fisiológicos ao produto químico cerca de 10 minutos após ser ingerido, e não por aversão ao cheiro ou sabor. Sayre e Clark (2001) concordam que Mesurol é repelente secundário.

Para saber quanto ao efeito repelente do Mesurol em *Colombina talpacoti* (rolinha), procedeu-se a um experimento utilizando o viveiro descrito acima, com 30 rolinhas (*Columbina talpacoti*), equivalendo a 1 ave / 1,3 m<sup>2</sup>. Foram estabelecidos 2 tratamentos:

- i) Sementes de trigo tratadas com Mesurol.
- ii) Sementes de trigo (controle).

Em 40m<sup>2</sup> de superfície, foram distribuídos 15 quadrados de 0,5m x 0,5m. Cada quadrado recebeu 30 sementes dos diferentes tratamentos, obtendo-se no total 150 sementes por tratamento. As sementes foram contadas todos os dias, durante cinco dias, iniciando-se em 08/09/1982, para posterior análise.

#### **2.2.2.4 Consumo de sementes com Panocrine**

##### **2.2.2.4.1 Primeiro experimento com Panocrine**

O Panocrine (guazitina triacetato) é indicado para uso como fungicida, mas tem sido utilizado como repelente químico para aves granívoras (LUND, 1973; SVENSSON, 1975; AVERY, 2002). Seria o Panocrine útil como repelente para a família Columbidae, uma das principais vítimas dos envenenamentos no Brasil?

Foi realizado um experimento em viveiro onde era mantida uma população de 13 rolinhas. Foram distribuídos no solo do viveiro 14 quadrados de 0,5 x 0,5 metros.

O tratamento das sementes de trigo foi feito com uma solução a 1% de Panocrine 70 (28,5 ml para 2000 ml de água). Tratou-se 1 kg de sementes de trigo mantendo-as em 20 ml de solução. Dois tipos de tratamentos foram instalados nos quadrados, os quais foram divididos em dois grupos de 7 quadrados por tratamento. Os tratamentos foram:

- i) Sementes de trigo tratadas com Panocrine 70.
- ii) Sementes de trigo não tratadas (testemunha).

Cada quadrado recebeu 30 sementes de cada tratamento. A remoção de sementes foi contabilizada durante os 5 dias de duração do experimento, iniciado em 10/05/1983.

##### **2.2.2.4.2 Segundo experimento com Panocrine**

O segundo experimento feito com Panocrine 70 consistiu na pulverização direta no solo, como praticado para fins fungicidas, com uma solução do produto a 1% de concentração, como no experimento anterior. Manteve-se em um viveiro uma população de rolinhas (*Columbina talpacoti*), onde foram distribuídos 14 quadrados de 0,5 x 0,5 m.

Os dois tipos de tratamentos instalados foram:

- i) Quadrados pulverizados com Panocrine 70
- ii) Quadrados não pulverizados (testemunha)

Para cada tratamento corresponderam 7 repetições (quadrados). Após a pulverização do solo dentro dos quadrados, foram colocadas sementes de trigo sem receber tratamento anterior, de modo a verificar a possível ação repelente do Panoctine 70 com a simples aplicação no solo.

Em cada quadrado independente do tratamento, foram colocadas 30 sementes de trigo, as quais eram contadas diariamente. Como no teste anterior, a duração deste ensaio iniciado em 23/09/1983, foi de 5 dias consecutivos.

#### **2.2.2.5 Efeito do corante Rodamina B em aves**

Durante ensaios pioneiros conduzidos em viveiro, ocorreram mortes de algumas aves que haviam ingerido sementes de cor avermelhada. Nestes ensaios, o tratamento testemunho era representado por sementes tratadas apenas com Rodamina B.

Este fato levantou a possibilidade de que a Rodamina B, considerada como corante inerte e não tóxico pudesse ter causado as mortes.

Recentemente o corante Rodamina B foi considerado potencialmente genotóxico e carcinogênico, sendo proibido seu uso como corante alimentar na Europa (BRANTORN, 2005; EFSA 2005). Substâncias genotóxicas são aquelas que são capazes de provocar danos no DNA, podendo levar a formação de tumores malignos, porém não necessariamente criam células cancerosas. Para verificar a hipótese nula que prediz não haver intoxicação pelo consumo de sementes tratadas com Rodamina B, foram conduzidos 3 experimentos.

##### **2.2.2.5.1 Experimento com *Passer domesticus* (pardal)**

Foram coletados 24 pardais com redes-neblina que receberam ingestão forçada de sementes de trigo tratadas com solução de 2,4 gramas de Rodamina B dissolvida em 1 litro de água, sendo esta a proporção de corante encontrada em 1 litro de inseticida Furadan 350F<sup>®</sup>.

Os tratamentos diferiram no número de sementes administradas:

- i) 1 a 4 sementes com Rodamina B – 6 repetições;
- ii) 6 a 8 sementes com Rodamina B – 4 repetições;
- iii) 10 a 12 sementes com Rodamina B – 4 repetições;
- iv) 14 a 16 sementes com Rodamina B – 4 repetições;
- v) 18 a 20 sementes com Rodamina B – 4 repetições;
- vi) 20 sementes sem Rodamina B – 2 repetições.

Todos os pardais foram anilhados, a fim de que pudessem ser individualizados. As aves foram soltas no viveiro em 27/04/1982 e durante 10 dias foram feitas contagens dos indivíduos vivos e mortos. Para avaliar a dependência das mortes em relação à administração de Rodamina B, foi utilizada uma regressão logística simples, na qual o número de mortes correspondia à variável independente.

#### **2.2.2.5.2 Experimento com *Columbina talpacoti* (rolinha)**

Foram utilizadas 24 rolinhas já habituadas ao confinamento em viveiro. As aves receberam ingestão forçada de sementes de trigo segundo os tratamentos:

- i) 2,4 gramas de Rodamina B por litro de água, onde os números de sementes ingeridos por ave foram 4, 8 e 16.
- ii) 10 gramas de Rodamina B por litro de água, cujos números de sementes ingeridos por ave foram 8 e 16.
- iii) 24 gramas de Rodamina B por litro de água, com números de sementes ingeridos por ave iguais a 8 e 16.
- iv) Testemunhas: foram administradas 16 sementes sem nenhum tratamento.

Cada um dos números de sementes citados acima foram administrados a 3 aves. Todas as aves foram individualizadas com anilhas e soltas no viveiro para observações e contagens diárias durante 30 dias, a partir de 08/05/1982.

#### **2.2.2.5.3 Experimento com *Coturnix coturnix* (codorna-japonesa)**

Vinte e quatro codornas receberam ingestão forçada de sementes de trigo segundo os tratamentos:

- i) 2,4 gramas de Rodamina B por litro de água, com números de sementes ingeridos por cada 3 aves iguais a 4, 8 e 16.
- ii) 10 gramas de Rodamina B por litro de água, com números de sementes ingeridos por cada 3 aves iguais a 8 e 16.
- iii) 24 gramas de Rodamina B por litro de água, cujos números de sementes ingeridos por cada 3 aves foram 8 e 16.
- iv) Testemunhas: foram administradas 16 sementes sem nenhum tratamento.

Todas as aves foram mantidas em gaiolas individualizadas para observações e contagens diárias durante 96 dias, a partir de 08/05/1982.

Para avaliar a dependência das mortes em relação à dose de Rodamina B e ao número de sementes ministradas, foi utilizada uma regressão logística múltipla, na qual o número de mortes correspondia à variável independente.

#### **2.2.2.6 Efeito do Carbosulfan em *Columbina talpacoti***

Produto citado como repelente, o inseticida fungicida Carbosulfan (Marshal 25 ST<sup>®</sup>) foi testado quanto sua à ação em *Columbina talpacoti*, pois possivelmente poderia representar um método de controle em plantações. Foi feita a ingestão forçada de sementes de trigo tratadas com Carbosulfan em rolinhas. Os tratamentos diferiram somente no número de sementes administradas, variando entre 1, 2, 4 e 8 sementes. A testemunha recebeu 8 sementes não tratadas. Cada tratamento e a testemunha foram repetidos em 3 aves. Todas as aves foram individualizadas com anilhas e soltas no viveiro para observações e contagens diárias durante 30 dias, a partir de 10/09/1982.

### **2.2.3 Experimento de germinação**

#### **2.2.3.1 Camuflagem de sementes com corante em pó**

Este experimento realizado em janeiro de 1982 teve como objetivo avaliar se os pigmentos utilizados no processo de camuflagem das sementes são inibidores da germinação do trigo, com ou sem a presença do Carbofuran e do fungicida que é aplicado nas sementes comercializadas.

Material utilizado: sementes de trigo camufladas e não camufladas, papel-filtro, recipientes plásticos, filme plástico, água destilada, germinador (câmara de germinação “B.O.D. MA 403”). Foram estabelecidos 8 tratamentos:

- i) Pó Xadrez vermelho.
- ii) Pó Xadrez azul.
- iii) Pó Xadrez amarelo.
- iv) Pó Xadrez vermelho + amarelo + azul + fungicida + Carbofuran.
- v) Pó Xadrez vermelho + amarelo + azul + fungicida + Carbofuran.
- vi) Sementes de trigo apenas com fungicida.
- vii) Sementes de trigo com fungicida e Carbofuran.

viii) Sementes de trigo como controle.

Para cada tratamento foram preparadas duas repetições com 49 sementes em cada recipiente, com espaçamento de cerca de 1,5 cm entre si.

O papel-filtro foi umedecido adequadamente e as amostras foram cobertas com filme plástico para que se mantivesse a umidade sendo, então, colocadas no germinador à temperatura de 25°C. As amostras foram verificadas no quinto dia após a semeadura, quando se realizou a contagem das sementes germinadas.

### **2.2.3.2 Camuflagem de sementes com corante líquido**

Para saber da influência de corantes líquidos na germinação de sementes de arroz, procedeu-se em fevereiro de 1982 ao segundo experimento, onde os pigmentos utilizados no processo de camuflagem das sementes, com ou sem a presença do Carbofuran foram testados.

Material utilizado: sementes de arroz pigmentadas e não pigmentadas, papel-filtro, recipientes plásticos, filme plástico, água destilada, germinador (câmara de germinação “B.O.D. MA 403”). Foram estabelecidos 12 tratamentos:

- i) Xadrez líquido ocre.
- i) Xadrez líquido laranja.
- iii) Xadrez líquido azul.
- iv) Xadrez líquido amarelo.
- v) Xadrez líquido preto.
- vi) Xadrez líquido vermelho.
- vii) Xadrez líquido vermelho, amarelo e preto.
- viii) Xadrez líquido vermelho, amarelo, preto e Carbofuran.
- xiv) Xadrez líquido azul, laranja, amarelo e ocre.
- x) Xadrez líquido azul, laranja, amarelo, ocre e Carbofuran.
- xi) Carbofuran.
- xii) Controle.

Para cada tratamento foram preparadas quatro repetições com 49 sementes em cada recipiente, com espaçamento de cerca de 1,5 cm entre si.

O papel-filtro foi umedecido adequadamente e as amostras foram cobertas com filme plástico para que se mantivesse a umidade. Sementes foram colocadas no germinador à temperatura de



25°C. As amostras foram verificadas nos segundo e quinto dias após a semeadura, quando se realizou a contagem das sementes germinadas e posterior análise de variância não paramétrica.

### **2.2.3.3 Camuflagens aperfeiçoadas**

Estes testes iniciados em abril de 2002, tiveram como objetivo avaliar se o material utilizado no processo de camuflagem das sementes de milho é inibidor da germinação das sementes.

Foram selecionadas amostras de três grupos de sementes de milho (sem Ralzer, com Ralzer, com Ralzer e fungicida). Para cada amostra, foram preparadas quatro repetições com 14 sementes em cada recipiente, com espaçamento de cerca de 1,5 cm entre si.

Os tratamentos foram:

Grupo controle: i) Controle sem Ralzer; ii) Controle com Ralzer (tratamento prévio);  
iii) Controle com Ralzer e fungicida (tratamento prévio).

Grupo 1: i) Milho sem tratamento prévio; ii) Corante pó, corante líquido e água, iii) Corante pó, cola e água; iv) Corante pó, água e Ralzer líquido; v) Corante pó, água, solo e Ralzer líquido.

Grupo 2: i) Milho com tratamento prévio com Ralzer; ii) Corante pó, corante líquido e água;  
iii) Corante pó, cola e água; iv) Corante pó, cola, água e solo.

Grupo 3: i) Milho com tratamento prévio com Ralzer, fungicida e micronutrientes; ii) Corante pó, cola e água; iii) Corante pó, corante líquido e água.

As proporções de itens utilizados em cada tratamento encontram-se nas Tabelas de 16 a 18 no Anexo.

O material utilizado, além das sementes acima citadas, foi: papel-filtro, recipientes plásticos, filme plástico, água destilada, germinador (câmara de germinação “B.O.D. MA 403”).

O papel-filtro foi umedecido adequadamente e as amostras foram cobertas com filme plástico para que se mantivesse a umidade. Sementes foram colocadas no germinador à temperatura de 25°C. As amostras foram verificadas nos segundo e quinto dias após a semeadura, quando se realizou a contagem das sementes germinadas e posterior análise de variância não paramétrica.

## **2.2.4 Experimentos de plantio**

### **2.2.4.1 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B**

O presente experimento teve como objetivo avaliar a praticidade e eficiência da camuflagem de sementes de trigo, obtida através de corantes artificiais em pó em relação às sementes comerciais tratadas com inseticida e nematicida Carbofuran, coloridas de vermelho purpúreo, utilizando-se método de plantio usual. Três ensaios foram realizados em regiões onde ocorria notável mortalidade de aves em decorrência de envenenamentos pela ingestão de sementes tratadas com agrotóxicos de acordo com a Figura 1.

Foram estabelecidos dois tratamentos: i) sementes vermelhas tratadas com Carbofuran e Rodamina B; ii) sementes marrons, camufladas com pó Xadrez, tratadas com Carbofuran.

O processo de camuflagem das sementes foi realizado na mesma máquina utilizada no tratamento de sementes com o inseticida sistêmico Carbofuran. Utilizaram-se 4 kg de corante pó Xadrez para cada 100 kg de sementes previamente tratadas com Carbofuran.

Foram realizados dois primeiros ensaios de 15 a 17/5/1981 e de 28 a 31/5/1982, na Fazenda São João, propriedade do Sr. Waldemar Leal, localizada no município de Cambará, ao norte do estado do Paraná.

O corante utilizado na camuflagem de cor marrom foi obtido através da mistura de pigmentos vermelhos, pretos e amarelos, atingindo-se coloração semelhante à amostra de terra roxa da região deste experimento.

O terceiro ensaio ocorreu no município de Assis - SP, na Fazenda Canadá, propriedade do Sr. Mauro Cândido de Souza Dias, de 9 a 11/9/1981. O corante utilizado na camuflagem foi obtido através da mistura de pigmentos vermelhos, azuis, amarelos, pretos e marrons, em proporções que permitiram uma camuflagem adequada à terra roxa daquela região.

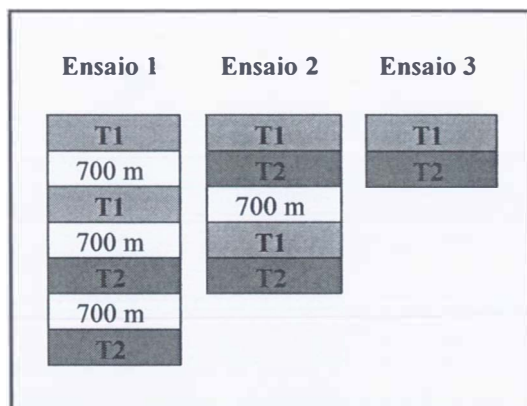


Figura 1 – Experimento de plantio 1. Legenda: T1 – Sementes vermelhas com Carbofuran; T2 – Sementes camufladas com Carbofuran; 700 m – distância entre parcelas

A área total dos três ensaios foi de 10 ha, sendo dividida em parcelas de 1 ha, havendo 5 ha para cada tratamento. Em Cambará, 4 parcelas receberam 87,5kg de sementes de trigo por ha e outras 4 parcelas receberam 150 kg de sementes de trigo por ha. Em Assis empregaram-se 200 kg de trigo por ha. Em cada ensaio a distribuição das parcelas quanto aos tratamentos e quilos de sementes foi balanceada, totalizando-se 1350 kg de sementes.

As sementeiras foram convencionais, realizadas por trator implementado com máquina semeadeira. Durante os 8 dias de duração do experimento foram feitas duas contagens a cada dia das aves mortas por parcela, as quais eram coletadas, identificadas e posteriormente necropsiadas, dissecando-se o tubo digestivo. O alimento contido no tubo digestivo foi coletado separadamente respeitando as partes anatômicas: i) papo e esôfago; ii) pró-ventrículo e iii) moela. Os itens alimentares foram identificados no máximo até a categoria de Família, sendo possível diferenciar quantitativamente sementes camufladas das vermelhas.

A toxicidade do Carbofuran ( $LD_{50} = 8-12 \text{ mg / kg}$  para *Homo sapiens*) era elevada o suficiente para que as aves pequenas (~ 40 g) e médias (~ 120 g) que ingerissem as sementes do experimento morressem no local do consumo (tratamento), evitando-se um inventário errôneo das vítimas.

Para verificar a diferença estatística na mortalidade de aves entre tratamentos, testando a hipótese nula que prediz homogeneidade no número de mortes e a não influência do número de sementes consumidas na mortalidade, utilizou-se análise de co-variância (ANCOVA), onde o número de aves mortas representou a variável principal e o número de sementes a variável

auxiliar. O grau de associação entre as variáveis morte e sementes foi avaliado através de análise de regressão. As aves que conseguiram ingerir sementes dos dois tratamentos foram excluídas da análise sobre número de mortes.

#### **2.2.4.2 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B em escala comercial**

O primeiro experimento em escala comercial foi conduzido no município de Assis - SP, na Fazenda Canadá, propriedade do Sr. Mauro Cândido de Souza Dias, de 30/4/1982 a 5/5/1982.

Foram plantados 3500 kg de sementes de trigo sendo estabelecidos os tratamentos:

i) sementes vermelhas tratadas com Carbofuran e Rodamina B; ii) sementes marrons, camufladas com pó Xadrez, tratadas com Carbofuran.

O processo de camuflagem das sementes foi realizado na mesma máquina utilizada no tratamento de sementes com o inseticida sistêmico Carbofuran. O corante utilizado na camuflagem foi obtido através da mistura de pigmentos das cores vermelho, azul, amarelo, preto e marrom, em proporções que permitissem uma camuflagem adequada à terra roxa da região.

A área total do ensaio foi de 17,5 ha, sendo dividida em 2 parcelas, sendo 9 ha destinados para 1800 kg de sementes camufladas e 8,5 ha destinados para 1700 kg de sementes vermelhas. Ambos os tratamentos receberam 200 kg de sementes de trigo por hectare. O espaçamento entre as parcelas era de 1500 m (Figura 2).

Durante os 4 dias de duração do experimento foram feitas contagens duas vezes a cada dia, das aves mortas por parcela, as quais eram coletadas, identificadas e posteriormente necropsiadas, dissecando-se o tubo digestivo. O alimento contido no tubo digestivo foi coletado separadamente respeitando as partes anatômicas: i) papo e esôfago; ii) pró-ventrículo e iii) moela. Os itens alimentares foram identificados no máximo até a categoria de Família, sendo possível diferenciar quantitativamente as sementes camufladas das vermelhas.

A toxicidade do Carbofuran ( $LD_{50} = 8-12$  mg / kg) era elevada o suficiente para que as aves que ingerissem as sementes do experimento morressem no local do consumo (tratamento), evitando-se um inventário errôneo das vítimas.

As variações dos números: i) de aves mortas e ii) de sementes consumidas entre tratamentos foram verificadas através da análise de variância, considerando os dias de exposição do experimento como repetições, testando as hipóteses nulas que predizem homogeneidade no

número de mortes e de consumo de sementes. Nenhuma ave conseguiu ingerir sementes de mais de um tratamento.

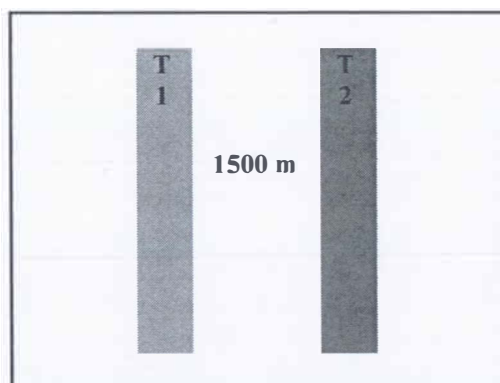


Figura 2 - Experimento de plantio 2. Legenda: T1 – Sementes vermelhas e Carbofuran; T2 - Sementes com corante em pó marrom e Carbofuran; 1500 m – espaçamento entre parcelas

#### 2.2.4.3 Sementes de arroz: marrom pó e Rodamina B

O experimento foi realizado em janeiro de 1982, no município de Palmeiras de Goiás – GO, com o objetivo de avaliar a efetividade do método de camuflagem de sementes em plantações de arroz de sequeiro. O arroz foi plantado em linha, com profundidade e enterramento das sementes de forma usual utilizando método de plantio convencional. A área total do ensaio foi de 12 ha . Os tratamentos aplicados às sementes foram:

- i) Carbofuran em 150 kg de sementes.
- ii) Carbofuran + corante marrom em pó em 150 kg de sementes.

Cada tratamento foi instalado em parcelas de 3 ha em 4 parcelas, totalizando 6 ha por tratamento, sendo que a distribuição de sementes por parcela foi balanceada.

Tratamentos foram estabelecidos em faixas contíguas, entretanto as localidades se distanciavam a pelo menos 10 km, conforme Figura 3. Durante três dias foram realizadas buscas por aves mortas nas parcelas e arredores.

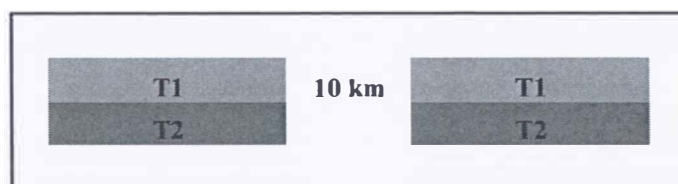


Figura 3 - Experimento de plantio 3. Legenda: T1 – Sementes vermelhas com Carbofuran; T2 - Sementes com corante em pó marrom e Carbofuran; 10 km – espaçamento entre localidades

#### 2.2.4.4 Sementes de arroz: marrom pó, Carbosulfan e Rodamina B

O experimento de campo foi instalado na Fazenda Canadá, município de Assis - SP. O plantio de arroz foi feito em linha, com profundidade e enterramento das sementes de forma convencional. A área total do ensaio foi de 5,46 ha .

Os tratamentos aplicados às sementes foram 3, sendo:

- i) Carbofuran, dose de 2 litros para 100 kg de sementes.
- ii) Carbofuran + corante marrom em pó em 100 kg de sementes.
- iii) Carbosulfan, dose de 3 kg / 100 kg de sementes.

Cada tratamento foi instalado em parcelas de aproximadamente 0,26 ha (145 m x 18 m) em 7 parcelas, em um total de 1,82 ha de área por tratamento. Utilizaram-se 100 kg de sementes por hectare, totalizando 546 kg de sementes. A quantidade de sementes nas parcelas e nos tratamentos foi balanceada.

Em 25/01/1983, uma primeira fase que durou 4 dias, 9 parcelas foram ativadas; na segunda fase (8/02/1983) com 4 dias, 12 parcelas foram ativadas. A distribuição das parcelas obedeceu à Figura 4, minimizando a influência dos ambientes do entorno que poderiam afetar o comportamento das aves à procura de alimentos.

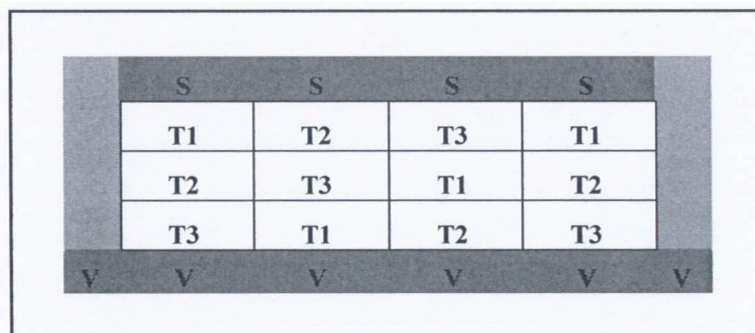


Figura 4 - Distribuição dos tratamentos do experimento de plantio 4. Legenda: T1 – Sementes com Carbofuran; T2 - Sementes camufladas; T3 – Sementes com Carbosulfan; S – Plantação de soja; V – Várzea; Estradas em cinza claro

Durante os 8 dias de duração do experimento foram feitas contagens diárias das aves mortas por parcela, as quais eram coletadas, identificadas e posteriormente necropsiadas, dissecando-se cuidadosamente o tubo digestivo para verificação de qual tratamento causou a morte de ave. A toxicidade do Carbofuran aplicado nas sementes era elevada o suficiente para que as aves que as ingerissem, morressem no local do consumo (tratamento), evitando-se um

inventário errôneo das vítimas. Entretanto a dose letal do inseticida fungicida Carbosulfan era cerca de 20 vezes mais fraca ( $LD_{50} = 212 \text{ mg / kg}$ ) o que significava maior número de grãos ingeridos para ocorrer o óbito, sendo uma possível fonte de viés no experimento.

As variações dos números: i) de aves mortas e ii) de sementes consumidas entre tratamentos foram verificadas através da ANOVA, considerando os dias de exposição do experimento como repetições, testando as hipóteses nulas que predizem homogeneidade no número de mortes e de consumo de sementes. As aves que conseguiram ingerir sementes de mais de um tratamento foram excluídas da análise.

Devido à grande quantidade de sementes utilizada nos tratamentos e esta avaliação ter sido realizada na época de plantio do trigo no Brasil (abril e maio), quando aparecem os maiores bandos e há maior mortalidade de aves, o presente experimento representou uma severa verificação da efetividade do método de camuflagem de sementes.

#### **2.2.4.5 Sementes de arroz: Carbosulfan marrom líquido e Rodamina B**

Devido ao fato de o pó utilizado para camuflar sementes com agrotóxicos, ao entrar em contato com o Carbofuran tornar-se tóxico e como pó, ser facilmente espalhado carregando traços de Carbofuran, representando risco de envenenamento ao operador desenvolveu-se a camuflagem com corantes líquidos. O experimento procura avaliar a associação da camuflagem líquida com o fungicida Carbosulfan como repelente químico. Para tanto foi testado um corante líquido marrom já adicionado de Carbosulfan.

O experimento de campo foi instalado na Fazenda Canadá, município de Assis - SP. O plantio de arroz foi feito em linha, com profundidade e enterramento das sementes de forma convencional. A área total do experimento foi de 16 ha .

Os tratamentos aplicados às sementes foram 2, sendo:

- i) Carbofuran, dose de 2 litros para 100 kg de sementes.
- ii) Carbosulfan com corante líquido marrom, na dose de 5 kg / 100 kg de sementes.

Cada tratamento foi instalado em parcelas de aproximadamente 0,25 ha (100 m x 25 m) em 64 parcelas, em um total de 8 ha de área por tratamento. Utilizaram-se 100 kg de sementes por hectare, sendo balanceada a quantidade de sementes das parcelas e tratamentos. Na primeira fase iniciada em 07/10/1983, 12 parcelas foram ativadas durante 3 dias. A segunda fase realizada em 13/10/1983, durou 1 dia e contou com 48 parcelas ativas. A distribuição das parcelas foi de

acordo com a Figura 5, minimizando a influência dos ambientes do entorno que poderiam afetar o comportamento das aves à procura de alimentos.

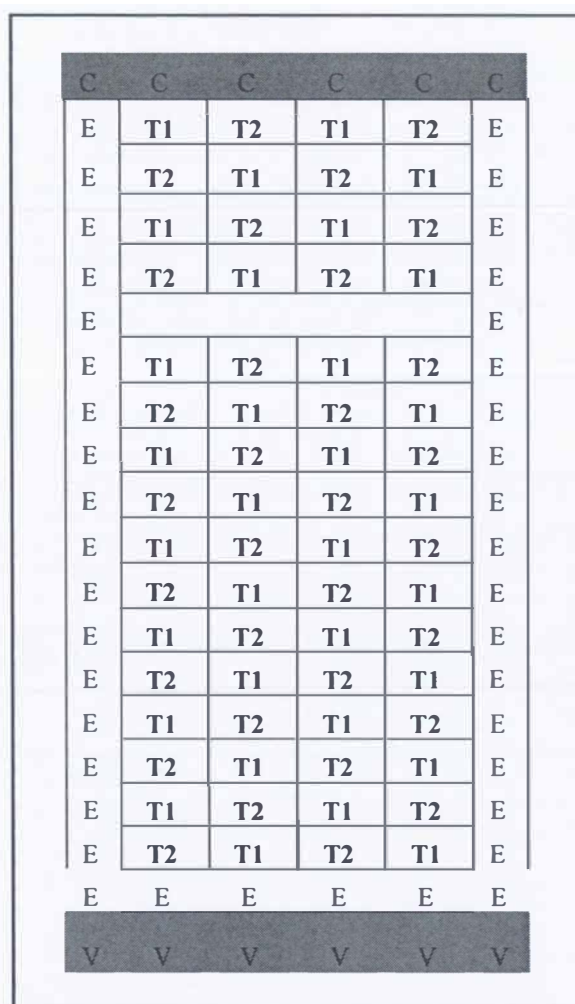


Figura 5 - Distribuição dos tratamentos do experimento de plantio 5. Legenda: T1 – Sementes com Carbofuran; T2 – Sementes com Carbosulfan e camufladas; C – Plantação de cana; V – Várzea; E - Estrada

Durante os 4 dias de duração do experimento, foram feitas contagens, duas vezes a cada dia, das aves mortas por parcela, as quais eram coletadas, identificadas e posteriormente necropsiadas, dissecando-se o tubo digestivo para verificação de qual tratamento causou a morte de ave. A toxicidade do Carbofuran ( $LD_{50} = 8-12 \text{ mg / kg}$  para humanos) era elevada o suficiente para que as aves que ingerissem as sementes do experimento morressem no local do consumo (tratamento), evitando-se um inventário errôneo das vítimas. Entretanto a dose letal do inseticida fungicida Carbosulfan era cerca de 20 vezes mais fraca ( $LD_{50} = 212 \text{ mg / kg}$ ), o que significava



maior número de grãos ingeridos para ocorrer o óbito, sendo uma possível fonte de viés, pois aves poderiam morrer fora da área do experimento.

Diferenças numéricas entre tratamentos foram verificadas através de análise de variância considerando os dias de exposição do experimento como repetições, testando a hipótese nula que prediz homogeneidade quanto à variável, aves mortas. As aves que conseguiram ingerir sementes de mais de um tratamento foram excluídas da análise.

Para avaliar a abundância de *Zenaida auriculata* (pomba avoante) na região do experimento, foram feitas contagens, em pontos fixos, das aves que voavam sobre a área estudada de 16 hectares. Observações quantitativas ocorreram durante dois dias e foram realizadas às 18:00 h, quando as avoantes regressavam aos canaviais para pernoite. O inventário das aves foi realizado com dois observadores, cada qual contando aves em ângulo de visada de 180 graus, totalizando 360 graus, durante 15 minutos de cada dia.

#### **2.2.4.6 Sementes de trigo: marrom pó, Rodamina B, Mesurol e Carbosulfan**

O experimento foi instalado na Fazenda Canadá, município de Assis – SP, de 8 a 11/12/1983. Havia alta densidade de aves, principalmente da espécie *Zenaida auriculata*.

O plantio de trigo com os diferentes tratamentos fez-se de modo convencional em toda a área de plantio de aproximadamente 2,94 ha. Foram 4 os tratamentos aplicados às sementes:

- i) Carbofuran, na dose de 2 litros para 100 kg de sementes.
- ii) Inseticida fungicida Carbosulfan, dose de 3 kg para 100 kg de sementes
- iii) Carbofuran + corante marrom em pó em 100 kg de sementes.
- iv) Carbofuran + Mesurol, sendo a dose de Mesurol igual a 1 kg do produto formulado para cada 100 Kg de sementes previamente tratadas com Carbofuran.

Cada tratamento recebeu 100 kg de sementes e foi instalado em áreas de aproximadamente 0,7 ha, em faixas de 105 m x 70 m, de acordo com a Figura 6.

Durante os 3 dias de duração do experimento foram feitas contagens, duas vezes a cada dia, das aves mortas por parcela, as quais eram coletadas, identificadas e posteriormente necropsiadas, dissecando-se cuidadosamente o tubo digestivo para verificação de qual tratamento causou a morte de ave. A toxicidade do Carbofuran ( $LD_{50} = 8-12 \text{ mg / kg}$ ) era elevada o suficiente para que as aves que ingerissem as sementes do experimento morressem no local do consumo (tratamento), evitando-se um inventário errôneo das vítimas.

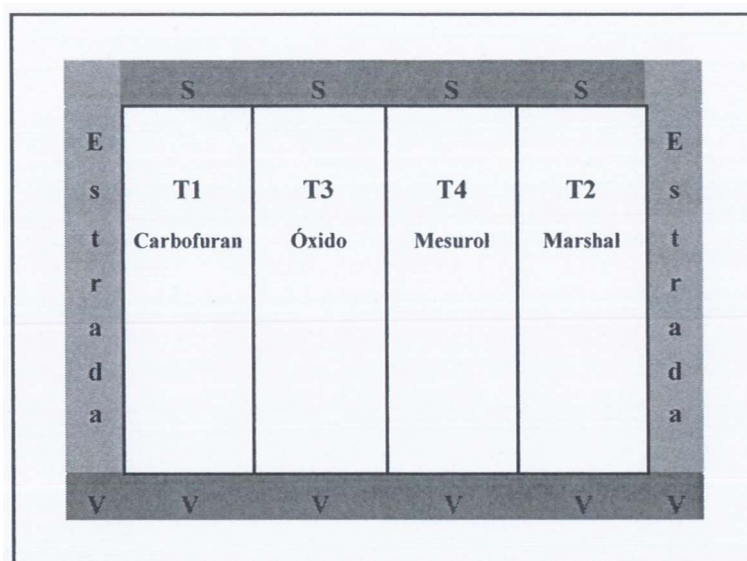


Figura 6 - Distribuição dos tratamentos do experimento de plantio 6. Legenda: T1 – Sementes com Carbofuran; T2 - Sementes com Carbosulfan; T3 – Sementes camufladas; T4 – Sementes com Mesurol; S – Plantação de soja; V - Várzea

Entretanto, a dose letal do Carbosulfan era cerca de 20 vezes mais fraca ( $LD_{50} = 212 \text{ mg / kg}$ ), o que significava maior número de grãos ingeridos para ocorrer o óbito, sendo uma possível fonte de viés, por isso as parcelas de Carbofuran e Carbosulfan ficaram mais distantes.

Diferenças numéricas entre tratamentos foram verificadas através da análise de variância considerando os dias de exposição do experimento como repetições, testando a hipótese nula que prediz igualdade quanto à variável, aves mortas. As aves que conseguiram ingerir sementes de mais de um tratamento foram excluídas da análise.

#### 2.2.4.7 Sementes de trigo: marrom pó, marrom líquido, creme e Rodamina B

A possível ação repelente da cor bege (creme) não tem sido testada. O ensaio em viveiro utilizando sementes peletizadas desta cor indicou menor taxa de consumo, a qual poderia ser decorrência da cor e ou da dificuldade de mandibulação e ou pelo possível fato de aves não reconhecerem grãos peletizados como alimento. Este experimento de plantio procurou avaliar a eventual função repelente da cor creme, natural do Carbofuran sem Rodamina B.

Este segundo experimento em escala comercial foi conduzido na região de Maringá, município de Florai - PR, na Fazenda São João, propriedade do Sr. Camilo Ruiz Márques, de 6 a 10/04/1982. Foram plantadas 14000 kg de sementes de trigo tratadas com Carbofuran, sendo

estabelecidos os tratamentos: i) sementes vermelhas (Rodamina B); ii) sementes marrons camufladas com corante líquido Xadrez; iii) sementes de cor creme; iv) sementes marrons, camufladas com pó Xadrez.

O processo de camuflagem das sementes foi realizado na mesma máquina utilizada no tratamento de sementes com o inseticida sistêmico Carbofuran.

O corante líquido utilizado na camuflagem foi obtido através da mistura de pigmentos das cores vermelho, azul, amarelo, preto e marrom, em proporções que permitissem uma camuflagem adequada à terra roxa da região. A área total do ensaio foi de 96 ha, sendo dividida em 4 parcelas iguais de 24 ha, cada uma recebendo 3500 kg de sementes relativas aos tratamentos acima descritos (145 kg / ha). As parcelas foram estabelecidas sucessivamente, de maneira que todas ficassem ao lado de uma antiga plantação de milho que, por oferecer abrigo e alimento às aves, serviria como fonte de colonização ao experimento, segundo a Figura 7.

Os tratamentos sucessivos ficaram a poucos metros de distância entre si, fazendo com que as condições ambientais atuantes no experimento fossem semelhantes. As semeaduras foram convencionais, realizadas por trator implementado com máquina semeadeira. Durante os 4 dias de duração do experimento foram feitas contagens, duas vezes a cada dia, das aves mortas por parcela, as quais eram coletadas, identificadas e posteriormente necropsiadas, dissecando-se o tubo digestivo.

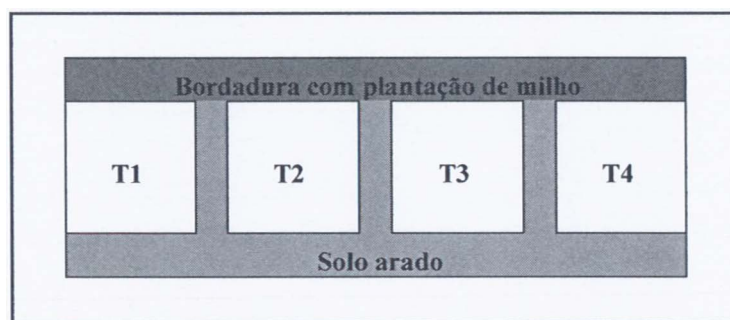


Figura 7 – Experimento de plantio 7. Legenda: T1 – Sementes vermelhas com Carbofuran; T2 - Sementes com corante líquido marrom e Carbofuran; T3 – Sementes de cor creme e Carbofuran; T4 - Sementes com corante em pó marrom e Carbofuran

O alimento contido no tubo digestivo foi coletado separadamente respeitando as partes anatômicas: i) papo e esôfago; ii) pró-ventrículo e iii) moela. Os itens alimentares foram

identificados no máximo até a categoria de Família, sendo possível diferenciar quantitativamente as sementes camufladas das vermelhas.

A toxicidade do Carbofuran ( $LD_{50} = 8-12 \text{ mg / kg}$ ) era elevada o suficiente para que as aves que ingerissem as sementes do experimento morressem no local do consumo (tratamento), evitando-se um inventário errôneo das vítimas.

Para verificar a diferença estatística na mortalidade de aves entre tratamentos, testando a hipótese nula que prediz homogeneidade no número de mortes e a não influência do número de sementes consumidas na mortalidade, utilizou-se análise de co-variância (ANCOVA) onde o número de aves mortas representou a variável principal e o número de sementes a variável auxiliar. As aves que conseguiram ingerir sementes dos dois tratamentos foram excluídas da análise.

O grau de associação entre as variáveis morte e sementes foi avaliado através de análise de regressão.

Devido à grande quantidade de sementes exposta nos tratamentos e esta avaliação ter sido realizada na época de plantio do trigo no Brasil (abril e maio), quando aparecem os maiores bandos e há maior mortalidade de aves, o presente experimento representou uma severa verificação da efetividade do método de camuflagem de sementes.

#### **2.2.4.8 Avaliação da mortalidade de aves em plantios de trigo e arroz**

Uma estimativa do número de indivíduos intoxicados pelo consumo de sementes tratadas com Carbofuran e Carbosulfan foi obtida contabilizando as aves envenenadas nos sete experimentos de plantio acima descritos, utilizando ao todo, 22396 kg de trigo e arroz plantados de modo convencional em 159,6 hectares. A estimativa de mortalidade foi obtida através de um intervalo de confiança gerado pela técnica Jack-knife segundo Magurran (2002).

### **2.2.5 Experimentos de remoção de sementes**

#### **2.2.5.1 Remoção de sementes de milho: camufladas, cor natural e com Rodamina B**

O experimento de campo foi realizado em abril de 2006, em uma área de 2,78 ha, nas dependências do Departamento de Genética da Esalq - USP, em Piracicaba – SP. Devido ao freqüente plantio de milho e outras culturas, grande quantidade de aves granívoras podia ser encontrada no local. Destacando-se entre elas, seguindo um aparente ranque decrescente de abundância: *Columba livia* (pombo-doméstico); *Molothrus bonariensis* (chopim); *Zenaida*

*auriculata* (avoante); *Columba picazuro* (pomba-asa-branca); *Columbina talpacoti* (rolinha); *Zonotrichia capensis* (tico-tico); *Ammodramus humeralis* (tico-tico-do-campo). Este experimento teve como objetivo verificar a efetividade dos tipos mais elaborados de camuflagem já aprovados nos experimentos de cobertura e germinação, através da exposição das sementes camufladas ou não, aos potenciais consumidores acima citados.

O material utilizado foi: sementes de milho natural (cor amarela), sementes de milho com o corante Rodamina B (cor-de-rosa), sementes de milho com cola e solo do local, sementes de milho com corante, com tonalidades semelhantes às do solo do local.

O experimento consistiu na distribuição de 12 quadrados latinos (HEATH, 1981) medindo 1,5 m x 1,5 m, nos quais foram dispostas as sementes de milho em fileiras na superfície do solo. Em cada quadrado foram testados cinco tipos de tratamentos (camuflagens), além dos controles (milho sem tratamento e milho com Rodamina B). Ao todo, cada quadrado continha sete fileiras de sementes de milho, distantes 25 cm umas das outras. Cada fileira era composta por 14 sementes distantes aproximadamente 11 cm entre si. (Figura 8). Os quadrados distantes cerca de 50 m entre si, foram delimitados por quatro estacas cada um e cercados com linha de *nylon*. Cinco quadrados foram limpos e aplainados, diminuindo contrastes entre sombras e luz, para tornar o teste mais severo e ser possível avaliar a diferença entre solo arado ou não, no consumo de sementes.

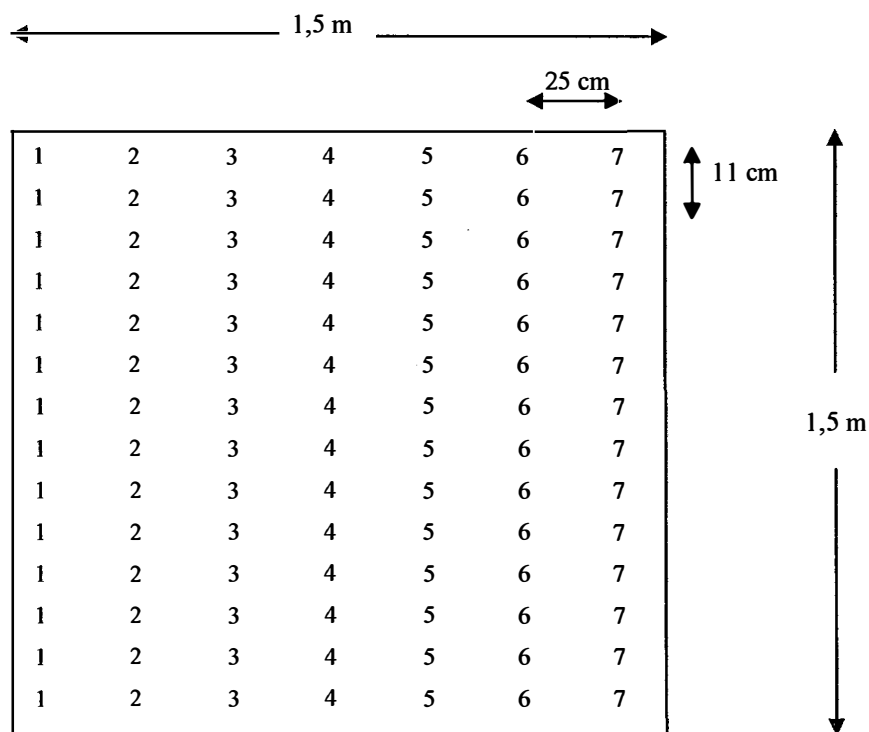


Figura 8 - Esquema representativo de um quadrado para experimento de remoção de sementes de milho, onde:  
 1 – milho sem tratamento; 2 – milho com Rodamina B; 3 – milho com Rodamina B, corante pó e água; 4 – milho com Rodamina B, corante pó, cola e água; 5 – milho com Rodamina B, corante pó, corante líquido e água; 6 – milho com Rodamina B, corante pó, água, cola e solo; 7 – milho com Rodamina B, água, cola e solo

As fileiras de milho amarelo (natural) e de milho tratado apenas com Rodamina B (fileiras 1 e 2), seriam as mais chamativas para as aves; assim, possivelmente as fileiras próximas aos grupos 1 e 2 sofreriam maior pressão do que as mais afastadas, sendo isto fonte de viés. Por este motivo a ordem das fileiras foi modificada em cada quadrado, para que todos os tratamentos sofressem a mesma influência devido à proximidade dos grupos controle (amarelo e cor-de-rosa), ver Figura 9.

A partir do número inicial de sementes distribuídas em cada fileira, foram realizadas contagens no primeiro, terceiro e quinto dias após a instalação do experimento, verificando-se o número de remoções de sementes ocorridas nestes períodos. A análise de variância das remoções médias nos tratamentos foi obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

|   |   |   |   |   |   |   |             |
|---|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Quadrado 1  |
| 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | Quadrado 2  |
| 3 | 4 | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | Quadrado 3  |
| 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 6 | 7 | Quadrado 4  |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 7 | Quadrado 5  |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | Quadrado 6  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Quadrado 7  |
| 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 5 | Quadrado 8  |
| 3 | 4 | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | Quadrado 9  |
| 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 6 | 7 | Quadrado 10 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 7 | Quadrado 11 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | Quadrado 12 |

Figura 9 - Esquema representativo da disposição das fileiras de tratamentos nos 12 quadrados montados para o teste de remoção de sementes de milho, onde: 1 – milho sem tratamento; 2 – milho com Rodamina B; 3 – milho com Rodamina B, corante pó e água; 4 – milho com Rodamina B, corante pó, cola e água; 5 – milho com Rodamina B, corante pó, corante líquido e água; 6 – milho com Rodamina B, corante pó, água, cola e solo; 7 – milho com Rodamina B, água, cola e solo

### 2.2.5.2 Remoção de sementes de arroz: camufladas, cor natural, vermelhas e azuis

O experimento de campo foi realizado em junho de 2005, em um terreno de 104 m<sup>2</sup> da Associação Atlética do Banco do Brasil em Ituberá, no Baixo Sul da Bahia.

Aves granívoras foram atraídas com oferta de quirera de milho e arroz durante 30 dias, destacando-se entre elas, seguindo um aparente ranque decrescente de abundância: *Molothrus bonariensis* (chopim); *Scardafella squammata* (fogo-apagou); *Paroaria dominicana* (cardeal-da-campina); *Columbina talpacoti* (rolinha). Este experimento teve como principal objetivo verificar as remoções de sementes de arroz camufladas e possivelmente aversivas.

Os tratamentos foram: i) sementes de arroz natural (cor branca); ii) sementes de arroz, tingidas com corante líquido de cor vermelha; iii) sementes de arroz tingidas, com corante líquido de cor azul e iv) sementes camufladas com o corante líquido industrial da Fersol, comercializado no Ralzer 350 TS<sup>®</sup> para milho e arroz.

O experimento consistiu na distribuição de 16 quadrados latinos (HEATH, 1981) medindo 1,5 m x 1,5 m, nos quais foram dispostas as sementes de arroz em fileiras na superfície do solo. Em cada quadrado foram testados quatro tratamentos.

Ao todo, cada quadrado continha quatro fileiras de sementes de arroz, distantes 25 cm umas das outras. Cada fileira era composta por 14 sementes distantes aproximadamente 11 cm entre si. (semelhante à Figura 8). Os quadrados distantes cerca de 2 m entre si, foram delimitados por quatro estacas cada um e cercados com linha de *nylon*.

Todos os quadrados foram limpos e aplainados, devido ao diminuto tamanho do arroz que torna as contagens difíceis, havendo elevado risco de perda de sementes, sem que tenham sido consumidas. Assim, para melhor controle do experimento, foi necessário diminuir contrastes de luz e sombra, aumentando a exposição às aves e a severidade do experimento.

As fileiras de arroz camuflado seriam as menos chamativas para as aves, por isso a posição deste tratamento nos quadrados foi alternada de forma balanceada em relação aos demais. A partir do número inicial de sementes distribuídas em cada fileira, foram realizadas contagens dia a dia após a instalação do experimento, havendo reposição completa de todas as sementes todos os dias, porque as sementes de arroz eram facilmente destruídas quando expostas às intempéries. A cada dia eram sorteados e estabelecidos 8 quadrados.

A análise de variância das remoções médias nos tratamentos foi obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

### **2.2.5.3 Remoção de sementes de trigo, milho e arroz: camuflagem em pó, camuflagem industrializada, cor natural, com Rodamina B e azuis**

O experimento de campo foi realizado na mesma área de 2,78 ha do Departamento de Genética da Esalq - USP, em julho de 2005, três anos depois do primeiro experimento de remoção de sementes. A grande abundância de aves granívoras ainda estava presente, destacando-se entre elas: *Columba livia* (pombo-doméstico); *Molothrus bonariensis* (chopim); *Zenaida auriculata* (avoante); *Columba picazuro* (pomba-asa-branca) e *Columbina talpacoti* (rolinha).

Este experimento teve como objetivo verificar diferenças de consumo de sementes de trigo, milho e arroz entre a camuflagem industrializada e comercializada pela Fersol Indústria e Comércio Ltda. contida no Ralzer 350 TS; a camuflagem (caseira) atribuída apenas pelo corante



em pó Xadrez; a cor azul – citada como aversiva e a cor vermelha da Rodamina B, usualmente empregada nos plantios das três espécies de grãos. Foram testadas diferenças de consumo entre os tipos de tratamentos (cores) e entre as espécies botânicas.

Os tratamentos foram: i) sementes de cor natural; ii) sementes com o corante Rodamina B; iii) sementes com corante marrom em pó; iv) sementes com corante marrom industrializado; v) sementes com corante azul em pó.

O experimento consistiu na distribuição de 12 quadrados latinos (HEATH, 1981) medindo 1,5 m x 1,5 m, nos quais foram dispostas as sementes de milho ou de trigo ou de arroz em fileiras na superfície do solo, havendo 4 quadrados para cada espécie de grãos. Em cada quadrado foram testados cinco tipos de tratamentos. Cada quadrado continha cinco fileiras de sementes, distantes 25 cm umas das outras. Cada fileira era composta por 14 sementes distantes aproximadamente 11 cm entre si. (Figura 8). Os quadrados espaçados cerca de 50 m entre si, foram delimitados por quatro estacas cada um e cercados com linha de *nylon*.

Todos os quadrados foram limpos e aplainados para tornar a contagem das sementes menores (trigo e arroz) mais precisa, diminuindo contrastes entre sombras e luz e as chances de perda sem haver consumo, aumentando a exposição às aves e à severidade do teste.

As fileiras de cores naturais, as de cor azul e as de Rodamina B, seriam as mais chamativas para as aves; assim, possivelmente as fileiras próximas sofreriam maior pressão do que as mais afastadas, sendo isto fonte de viés. Por este motivo a ordem das fileiras foi modificada em cada quadrado, fazendo com que os tratamentos camuflados sofressem a mesma influência devido à proximidade dos grupos de cores chamativas, semelhante à Figura 9.

Foram realizadas contagens durante seis dias após a instalação do experimento, verificando-se o número de remoções de sementes ocorridas dia a dia, havendo reposições daquelas removidas. A análise de variância das remoções médias nos tratamentos foi obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Para avaliar as reflectâncias dos tratamentos aplicados às sementes, nas faixas de comprimento de onda visíveis para Passeriformes: de 355 nm a 380 nm; e para Columbiformes: de 402 nm a 409 nm, amostras das sementes de milho foram submetidas à análise radiométrica, sob incidência de luz do sol, utilizando espectroradiômetro LI-COR, modelo LI – 1800, do Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual Paulista de Rio Claro.

### **2.2.6 Experimento na máquina de tratamento de sementes**

O objetivo foi testar a compatibilidade da máquina, onde habitualmente as sementes são tratadas apenas com calda de Carbofuran, com processo de camuflagem utilizando os corantes em pó (pó Xadrez) misturados ao Ralzer líquido e água. Estes testes foram realizados em junho de 2002, na fábrica da Fersol, localizada em Mairinque – SP.

O material utilizado foi: corante em pó (Xadrez) em três cores: amarelo, vermelho e marrom, água; Ralzer; balança de precisão, recipientes plásticos; sacos plásticos; espátula; milho (grãos e sementes de procedência Cati); máquina Fersol para tratamento de sementes.

Primeiramente realizou-se a pesagem do milho e dos corantes. O milho foi dividido em sacos de 20 kg. Os corantes foram divididos em porções segundo o melhor resultado obtido nos testes de coloração para terra roxa. Assim, para 100 kg de sementes e 2 litros de Ralzer foram utilizados: i) pó Xadrez amarelo: 1,2 kg; ii) pó Xadrez vermelho: 0,4 kg; iii) pó Xadrez marrom: 0,3 kg; totalizando 1,9 kg de corante em pó.

Procedeu-se em seguida à mistura dos corantes ao Ralzer, à regulagem da máquina e finalmente ao tratamento das sementes. A cada teste trataram-se 20 kg de sementes.

As proporções utilizadas foram:

Teste 1: i) 1,9 kg de corante pó; ii) 2 litros de Ralzer; iii) 1 litro de água.

Teste 2: i) 1,9 kg de corante pó; ii) 2 litros de Ralzer; iii) 1,5 litros de água

Teste 3: i) 1,9 kg de corante pó; ii) 2 litros de Ralzer; iii) 2 litros de água

Nos testes 1 e 2 utilizaram-se grãos de milho; no teste 3 utilizaram-se sementes.

Os resultados foram submetidos à análise visual, atentando-se após a secagem para a coloração, aglutinação, textura e adesão das sementes.

## **2.3 Resultados**

### **2.3.1 Obtenção de camuflagens**

#### **2.3.1.1 A busca da camuflagem para sementes**

Foi observado que conforme variaram as proporções de cada pigmento, diversas tonalidades puderam ser obtidas. Este fato contribui positivamente para a camuflagem de sementes, possibilitando criar coberturas com cores que podem se aproximar das tonalidades dos solos agricultáveis, dos mais arenosos e claros aos mais argilosos, avermelhados e escuros. Para colorir 110 kg de sementes de trigo de acordo com a amostra de solo da região de Londrina -PR, foram necessários 2,4 kg de mistura de corantes. As quantidades individuais de corante para 100 kg de semente foram: 1,5 kg de pigmento vermelho; 0,40 kg de pigmento amarelo; 0,50 kg de pigmento azul.

#### **2.3.1.2 Seleção de material para a camuflagem de sementes: fase 1**

Do material testado, aqueles que não apresentaram características favoráveis ao processo de coloração foram:

- i) Gesso: após a secagem apresentou-se extremamente quebradiço, soltando-se da semente com facilidade. Além disso, enquanto ainda úmido provocou aglutinação das sementes durante o tratamento.
- ii) Carbonato de cálcio: provocou aglutinação das sementes durante o tratamento.
- iii) Tinta: provocou aglutinação das sementes durante o tratamento e a secagem foi demorada.
- iv) Calcário dolomítico com magnésio: depois de seco promoveu cobertura heterogênea e quebradiça.

Do material testado, aqueles que inicialmente apresentaram características favoráveis ao processo de coloração foram:

- i) Pó Xadrez: utilizado com água e/ou Ralzer, apresentou cobertura, opacidade e fluidez adequadas, bem como secagem rápida. Não provocou aglutinação das sementes.
- ii) Xadrez líquido: utilizado com água e/ou Ralzer, apresentou cobertura e fluidez adequadas, bem como secagem rápida, no entanto provocou maior brilho. Não causou aglutinação das sementes.

### 2.3.1.3 Seleção de material para a camuflagem de sementes de milho: fase 2

Foram realizados experimentos variando-se as proporções de material utilizado, resultando em 75 amostras de sementes tratadas. Foram excluídas as amostras que apresentaram grandes falhas na coloração. Dos 75 experimentos, foram obtidas 20 amostras de tonalidades diferentes de cor, desde o marrom escuro até os tons mais claros, variando-se também a textura da cobertura das sementes pelas misturas.

Quanto às colorações, os melhores resultados foram obtidos com as seguintes proporções:

- i) 2,0 a 4,0 kg de corante em pó para 100 kg de sementes, utilizando 2,0 litros de Ralzer em sua formulação original e acrescentando-se de 2,0 a 3,0 litros de água.
- ii) 1,6 a 2,0 kg de corante em pó pra 100 kg de sementes, utilizando 2,0 litros de Ralzer em sua formulação modificada e acrescentando-se de 1,5 a 2,0 litros de água.

Particularmente para a “terra roxa”, os melhores resultados obtidos nos testes de coloração foram tonalidades atingidas com a mistura das seguintes proporções de Pó Xadrez (para 100 kg de sementes, utilizando-se 2,0 litros de Ralzer):

- i) Para Ralzer original: pó amarelo (2,6 kg), pó vermelho (0,7 Kg), pó marrom (0,4 kg), totalizando 3,7 kg de corantes.
- ii) Para Ralzer modificado: pó amarelo (1,2 kg) mais pó vermelho (0,4 kg), mais pó marrom (0,3 kg), totalizando 1,9 kg de corantes em pó.

Estas proporções resultaram em uma tonalidade de marrom médio. A fim de obter tonalidades semelhantes ao solo marrom escuro ou marrom claro, as proporções acima citadas devem sofrer alterações. Para um solo mais escuro, utiliza-se mais marrom e menos amarelo; para um solo mais claro, mais amarelo e menos marrom.

A utilização de solo como elemento principal e como auxiliar para camuflagem de sementes de milho apresentou resultados satisfatórios quanto à cor e textura.

As proporções que apresentaram melhores resultados em laboratório foram:

- i) solo como elemento auxiliar (sementes sem tratamento prévio): 1,0 kg de pó marrom; 2,0 litros de Ralzer; 4,0 litros de água; 1 litro de cola; 30 kg de solo peneirado.
- ii) solo como elemento auxiliar (sementes com tratamento prévio - Ralzer): 0,3 kg de pó marrom; 0,7 kg de pó vermelho; 2,6 kg de pó amarelo; 0,2 litro de cola branca; 3,0 litros de água; 20 kg de solo peneirado.

iii) solo como principal elemento de camuflagem: 6,0 litros de água; 0,5 litro de cola branca; 2,0 litros de Ralzer modificado; 50 kg de solo peneirado.

A quantidade ideal de água para 1,0 a 2,0 kg de corante em pó foi 1,5 a 2,0 litros (utilizando 2,0 litros de Ralzer) para 100 kg de sementes.

A quantidade de cola que trouxe resultados satisfatórios foi de 0,2 litro para 100 kg de sementes tratadas com 2,0 litros de Ralzer.

A mistura de solo seco peneirado com cola branca e água recobrimo as sementes apresentou camuflagem adequada em relação ao solo, tanto como auxiliar (complementando o pó Xadrez), quanto como único elemento de camuflagem.

O Pó Xadrez misturado ao Ralzer e água e a mistura de terra, cola e água, foram os tratamentos que apresentaram melhores resultados de coloração.

## 2.3.2 Experimentos em cativeiro

### 2.3.2.1 Consumo de sementes camufladas, naturais e peletizadas

As porcentagens de consumo de sementes observadas na Tabela 1 sugerem que *Columbina talpacoti* em viveiro tem preferência por sementes de trigo não camufladas e não peletizadas, quando há oferta de sementes naturais de trigo, arroz e quirera de milho.

Estes resultados sugerem que sementes peletizadas de cor bege sejam tão evitadas por *C. talpacoti*, quanto sementes camufladas, possivelmente porque os gastos energéticos para ingerir alimentos difíceis de mandibular ou detectar tenham sido semelhantes, tal como prediz a teoria do forrageio ótimo (AVERY, 2002) e ou porque estes itens não se assemelhem às imagens de busca (FUTUYMA, 1992) das rolinhas e ou devido a neofobia de alimentação (THOMAS *et al.*, 2004).

Tabela 1 - Consumo em viveiro de sementes de trigo peletizadas, camufladas e naturais

| Sementes    | Total | Ingeridas | Consumo (%) |
|-------------|-------|-----------|-------------|
| Peletizadas | 1125  | 125       | 11,1        |
| Camufladas  | 1125  | 82        | 7,3         |
| Cor natural | 2250  | 2250      | 100         |

Legenda: Total – número total de sementes; Ingeridas – número total de sementes ingeridas; Consumo – porcentagem de sementes ingeridas.

Sementes peletizadas podem ser aversivas devido à interação de fatores: i) dificuldade de mandibulação; ii) cor inusitada; iii) forma inusitada. Esta aversão, se o custo da peletização não for elevado, pode significar uma alternativa factível para evitar mortalidade de aves por ingestão de sementes envenenadas com Carbofuran. O presente experimento sugere que testes avaliando o consumo de sementes camufladas e peletizadas em campo devem ser conduzidos.

### 2.3.2.2 Consumo de sementes naturais e azuis

Conforme a Tabela 2, a porcentagem de sementes azuis consumidas neste experimento sugere que o possível efeito aversivo da cor azul que, em cativeiro e em presença de alimentos alternativos, poderia evitar a ingestão destas sementes por *Columbina talpacoti*, não parece ser significativo. Esta observação difere dos resultados de Avery *et al.* (1999) e de Hartley *et al.* (1999, 2000), Brunner e Coman (sem data) nos quais a cor azul foi indicada como repelente para evitar a ingestão de sementes tratadas. Durante o primeiro dia de oferta das sementes houve consumo de 904 sementes azuis (80,4%), sendo possível que as rolinhas a partir de então, tenham se habituado a comer sementes azuis. As incongruências deste resultado com os encontrados na literatura sugerem mais investigações.

Tabela 2 - Consumo em viveiro de sementes de trigo azuis e naturais

| Sementes    | Total | Ingeridas | Consumo (%) |
|-------------|-------|-----------|-------------|
| Cor azul    | 1125  | 1125      | 100         |
| Cor natural | 1125  | 1125      | 100         |

Legenda: Total – número total de sementes; Ingeridas – número total de sementes ingeridas; Consumo – porcentagem de sementes ingeridas.

### 2.3.2.3. Consumo de sementes naturais e com Mesurol

Tal como referido nos trabalhos de Nelms e Avery (1997), Baur e Jackson (1981), Avery *et al.* (2001) e de Avery (2002) dados apresentados na Tabela 3 suportam a hipótese de que Mesurol pode ser uma forma de evitar a mortalidade de aves causadas por ingestão de sementes tratadas com Carbofuran, se a dose deste contida em poucas sementes não for suficiente para matar uma ave, havendo possibilidade de aprendizado. Registrou-se o óbito de duas aves, fato que pode estar relacionado ao consumo do Mesurol, um inseticida Carbamato tal como

Carbofuran. Não foram observados os sintomas vômito e paralisia temporária como descrito por Avery (2002), caracterizando o Methiocarb (Mesurol) como repelente secundário.

Este experimento sugere que avaliações da ação do Mesurol como repelente primário e secundário devam ser conduzidas em campo, de forma comparativa a outros métodos de controle.

Tabela 3 - Consumo em viveiro de sementes de trigo tratadas com Mesurol

| Sementes   | Total | Ingeridas | Consumo (%) |
|------------|-------|-----------|-------------|
| Mesurol    | 150   | 19        | 12,7        |
| Testemunha | 150   | 147       | 98          |

Legenda: Total – número total de sementes; Ingeridas – número total de sementes ingeridas; Consumo – porcentagem de sementes ingeridas.

### 2.3.2.4 Consumo de sementes com Panocrine

#### 2.3.2.4.1 Primeiro experimento com Panocrine

As observações sugerem que não houve ação repelente do Fungicida Panocrine 70 quando aplicado diretamente sobre as sementes oferecidas às *C. talpacoti*, ocorrendo consumo desde o primeiro dia de experimentação (Tabela 4). Estes resultados são diferentes dos registrados por Lund (1973) para pomba e faisão e por Svensson (1975) para galinhas domésticas.

Tabela 4 - Consumo em viveiro de sementes de trigo tratadas com Panocrine 70

| Sementes     | Total | Ingeridas | Consumo (%) |
|--------------|-------|-----------|-------------|
| Panocrine 70 | 1050  | 1047      | 99,7        |
| Testemunha   | 1050  | 1032      | 98,3        |

Legenda: Total – número total de sementes; Ingeridas – número total de sementes ingeridas; Consumo – porcentagem de sementes ingeridas.

#### 2.3.2.4.2 Segundo experimento com Panoctine

A aplicação de Panoctine 70 no solo, tal como é praticada para fins fungicidas, não resultou em efeito repelente no consumo de sementes de trigo por *C. talpacoti*, conforme sugerem resultados encontrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Consumo em viveiro de sementes de trigo com Panoctine 70 aplicado no solo

| Sementes     | Total | Ingeridas | Consumo (%) |
|--------------|-------|-----------|-------------|
| Panoctine 70 | 1050  | 1042      | 99,24       |
| Testemunha   | 1050  | 1050      | 100         |

Legenda: Total – número total de sementes; Ingeridas – número total de sementes ingeridas; Consumo – porcentagem de sementes ingeridas.

#### 2.3.2.5 Efeito do corante Rodamina B em aves

##### 2.3.2.5.1 Experimento com *Passer domesticus* (pardal)

Ocorreram 13 mortes distribuídas em 10 dias de observação. Houve mortes em todos os tratamentos, exceto no grupo testemunha que permaneceu incólume.

Embora a Tabela 6 mostre que, em cada grupo formado por 4 ou 6 aves, ocorreu de 50% a 75% de mortes e que, do total da população pereceram mais da metade dos indivíduos, o relacionamento das mortes com o número de sementes administrado foi considerado não significativo pelo cálculo da regressão logística. Possivelmente, uma amostragem com maior número de aves e ou administração de Rodamina B em dose mais concentrada poderia gerar resultados significativos nesta análise, tal como sugerido pelas porcentagens de mortes registradas. Aparentemente a Rodamina B apresenta algum grau de toxicidade quando administrada oralmente em *Passer domesticus*.



Tabela 6 - Mortalidade em *Passer domesticus* (pardal) causada por Rodamina B

| Sementes   | Repetições | Mortes | Mortes (%) |
|------------|------------|--------|------------|
| Testemunha | 2          | 0      | 0          |
| 1 a 4      | 6          | 3      | 50%        |
| 6 a 10     | 4          | 3      | 75%        |
| 10 a 12    | 4          | 2      | 50%        |
| 14 a 16    | 4          | 2      | 50%        |
| 18 a 20    | 4          | 3      | 75%        |
| Total      | 24         | 13     | 54%        |

### 2.3.2.5.2 Experimento com *Columbina talpacoti* (rolinha)

Após trinta dias de observações, nenhuma das 24 rolinhas morreu, não tendo sido notada qualquer alteração de comportamento. Os resultados sugerem que *Columbina talpacoti*, uma das principais espécies vítimas de envenenamentos na agricultura seja resistente à possível ação letal causada pela ingestão de Rodamina B.

### 2.3.2.5.3 Experimento com *Coturnix coturnix* (codorna-japonesa)

Após 46 dias de observações, nenhuma codorna morreu, contudo, das 17 aves que estavam em postura, 13 delas produziram ovos sem casca calcárea, envoltos apenas pela membrana do ovo (membrana testácea), o que sugere complicações hormonais e/ou problemas no equilíbrio ácido básico do sangue (Hoffman e Volker, 1969). A Tabela 7 traz os números de descalcificações em relação à concentração de Rodamina B, ao número de sementes ministradas para cada tratamento e em relação às aves que estavam em período de postura.

Tabela 7 - Descalcificação em *Coturnix coturnix* (codorna) causada por Rodamina B

| Concentração | Sementes | Postura | Descalcificação |
|--------------|----------|---------|-----------------|
| 2,4 g/l      | 4        | 3       | 2               |
| 2,4 g/l      | 8        | 2       | 2               |
| 2,4 g/l      | 16       | 2       | 1               |
| 10 g/l       | 8        | 1       | 1               |
| 10 g/l       | 16       | 2       | 2               |
| 24 g/l       | 8        | 2       | 2               |
| 24 g/l       | 16       | 3       | 3               |
| Testemunha   | 16       | 2       | 0               |

Legenda: Concentração – concentração da dose de Rodamina B; Sementes (n) – número total de sementes administradas; Postura – número de fêmeas de codorna em postura; Descalcificação – número de fêmeas de codorna que botaram ovos sem casca calcárea.

Apesar de 70 % das codornas que botavam ovos apresentarem descalcificação, a regressão logística múltipla não estabeleceu nenhuma relação significativa entre descalcificação, concentração das doses de Rodamina B e número de sementes administrado.

A concentração de Rodamina B foi marginalmente relacionada às descalcificações.

Os resultados sugerem que a Rodamina B seja de fato tóxica para codornas e possivelmente uma experimentação com maior número de repetições e/ou com dosagens mais concentradas de Rodamina B poderia tornar os efeitos mais evidentes.

### 2.3.2.6 Efeito do Carbosulfan em *Columbina talpacoti*

Transcorridas cerca de 4 horas após a administração oral de sementes tratadas com Carbosulfan ocorreram quatro mortes observadas na Tabela 8. Estas aves antes de morrer demonstraram movimentos erráticos, sintoma reconhecido decorrente da inibição de enzimas colinesterases e conseqüente acúmulo de acetilcolina nas sinapses nervosas (OPAS, 1996), causado pelo Carbofuran, produto metabólico da degradação do Carbosulfan no organismo (TREVISAN, 2003).

Tabela 8 - Mortalidade de *Columbina talpacoti* por ingestão de Carbosulfan

| Sementes (n) | Mortes |
|--------------|--------|
| 1            | 2      |
| 2            | 0      |
| 4            | 0      |
| 8            | 2      |
| Testemunha   | 0      |

Legenda: Sementes (n) – número total de sementes administradas; Mortes – número de aves mortas em cada tratamento.

O baixo número de óbitos registrado, equivalente a 33% do total da população submetida ao teste, e o fato de ocorrerem nos números extremos de sementes administradas, sugerem que pode ter havido distribuição heterogênea do Carbosulfan nas sementes, ou que a resistência de *C. talpacoti* ao composto seja variável.

A baixa mortalidade observada, além da demora das aves para perecerem, exibindo comportamento agonístico, indica que o Carbosulfan pode ser um eficiente repelente químico

secundário, apesar de desrespeitar preceitos humanitários de controle, impingindo sofrimento às aves.

### 2.3.3 Experimentos de germinação

#### 2.3.3.1 Camuflagem de sementes com corante em pó

Como sugerido na Tabela 9, o corante pó Xadrez não gerou efeitos negativos na germinação de trigo. O experimento sugere o contrário, pois foi observada coloração verde de tonalidade mais intensa nas plântulas dos tratamentos de 1 a 5, e também maior porte nas plântulas dos tratamentos 4 e 5, provavelmente devido à ação nutricional do elemento Ferro, contido no pó Xadrez.

Tabela 9 - Efeito do corante pó Xadrez na germinação de trigo

| Tratamentos   | Trat | %   |
|---|------|-----|
| Xadrez azul   | 2    | 100 |
| Xadrez vermelho + amarelo + fungicida + Carbofuran        | 4    | 100 |
| Xadrez vermelho + amarelo + azul + fungicida + Carbofuran | 5    | 100 |
| Fungicida   | 6    | 100 |
| Testemunha  | 8    | 100 |
| Xadrez vermelho   | 1    | 98  |
| Xadrez amarelo  | 3    | 98  |
| Fungicida + Carbofuran                                    | 7    | 98  |

Legenda: Trat – número do tratamento; % - Porcentagem de sementes germinadas.

#### 2.3.3.2 Camuflagem de sementes com corante líquido

Os resultados desta experimentação encontram-se na Tabela 10 e nas Figuras 10 e 11, mostrando que segundo o teste de Kruskal-Wallis houve heterogeneidade (KW:  $H = 470$ ;  $p = 0,000$ ;  $gl = 11$ ) na germinação de arroz quando submetido a diferentes formulações e combinação de formulações do corante Xadrez líquido.

A variação foi de 92% a 100% de germinação no quinto dia de estufa. Os grãos que menos germinaram pertenceram aos tratamentos Laranja, Azul, Amarelo e, Azul + laranja + amarelo + ocre. Esta constatação possivelmente decorre da composição diferenciada de pigmentos orgânicos e inorgânicos de cada corante, influenciando negativamente na germinação de arroz no caso dos tratamentos 2, 3, 4 e 7.

Tabela 10 - Efeito do corante Xadrez líquido na germinação de arroz

| Tratamentos   | Trat | $\bar{X}$ | %   |
|---|------|-----------|-----|
| Preto   | 5    | 49        | 100 |
| Vermelho  | 6    | 49        | 100 |
| Azul + laranja + vermelho + amarelo + ocre + Carbofuran | 8    | 49        | 100 |
| Testemunha  | 12   | 49        | 100 |
| Carbofuran  | 11   | 48,1      | 98  |
| Ocre  | 1    | 47,04     | 96  |
| Pó xadrez vermelho + amarelo + preto                    | 9    | 47        | 96  |
| Pó xadrez vermelho + amarelo + preto + Carbofuran       | 10   | 47        | 96  |
| Laranja   | 2    | 46,06     | 94  |
| Azul  | 3    | 45,1      | 92  |
| Amarelo   | 4    | 45,1      | 92  |
| Azul + laranja + vermelho + amarelo + ocre + Carbofuran | 7    | 45,08     | 92  |

Legenda: Trat – número do tratamento; % - Porcentagem de sementes germinadas;  $\bar{X}$  – média de germinações.

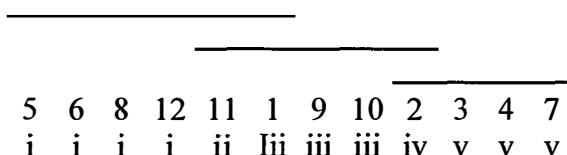


Figura 10 - Variação das médias de germinação dos tratamentos de arroz. Algarismos arábicos representam tratamentos segundo Tabela 10. Algarismos romanos representam ranqueamento decrescente do número de plântulas. Médias de tratamentos unidas com barras são iguais ao nível de 5% de significância, segundo Kruskal-Wallis apresentado na Figura 11

| 1  | 2 | 3 | 4 | 5   | 6   | 7   | 8   | 9 | 10 | 11 | 12  |
|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|---|----|----|-----|
| 1  | - | - | - | -   | -   | -   | -   | - | -  | -  | -   |
| 2  |   | - | - | **  | **  | -   | **  | - | -  | -  | **  |
| 3  |   |   | - | *** | *** | -   | *** | - | -  | *  | *** |
| 4  |   |   |   | *** | *** | -   | *** | - | -  | *  | *** |
| 5  |   |   |   |     | -   | *** | -   | - | -  | -  | -   |
| 6  |   |   |   |     |     | *** | -   | - | -  | -  | -   |
| 7  |   |   |   |     |     |     | *** | - | -  | *  | *** |
| 8  |   |   |   |     |     |     |     | - | -  | -  | -   |
| 9  |   |   |   |     |     |     |     |   | -  | -  | -   |
| 10 |   |   |   |     |     |     |     |   |    | -  | -   |
| 11 |   |   |   |     |     |     |     |   |    |    | -   |
| 12 |   |   |   |     |     |     |     |   |    |    |     |

Figura 11 - Teste sobre a germinação média de sementes de arroz em cinco dias na estufa.

Kruskal-Wallis (KW):  $H = 470$ ;  $p = 0,0001$ ; para 11 graus de liberdade (gl) e 4 repetições. Teste *a posteriori*: 0,05 (\*); 0,01 (\*\*); 0,001 (\*\*\*). A relação dos números dos tratamentos de 1 a 12, encontra-se na Tabela 10

De acordo com as Figuras 10 e 11, os corantes: preto, vermelho e ocre devem ser preferidos aos outros para a camuflagem de sementes por não afetarem negativamente a germinação. Havendo necessidade de fazer composições de cores para adequar a camuflagem ao solo, os corantes acima citados devem ser utilizados, pois podem anular a ação de corantes que inibem a germinação. Tal fato pode ser observado na germinação das sementes do tratamento 8 (Azul + laranja + vermelho + amarelo + ocre + Carbofuran).

### 2.3.3.3 Camuflagens aperfeiçoadas

Em dois dias na câmara de germinação houve heterogeneidade (KW:  $H = 31,29$ ;  $p = 0,001$ ;  $gl = 11$ ) no comportamento das sementes testadas. Os tratamentos 4, 3, 7 e 8 são de maiores médias de germinação em relação aos demais, sendo que o tratamento 8 ocupa posição intermediária entre estes dois grupos (Tabela 11, Figuras 12 e 13 ).

Tabela 11 - Efeito da camuflagem de sementes na germinação de milho em 2 dias

| Tratamentos  | Trat | $\bar{X}$ | %  |
|--|------|-----------|----|
| Ralzer + corante pó + cola + água                      | 4    | 13,5      | 96 |
| Ralzer + corante pó + corante líquido + água           | 3    | 11,75     | 83 |
| Corante pó + corante líquido + água                    | 7    | 11        | 78 |
| Corante pó + cola + água                               | 8    | 10        | 71 |
| Ralzer líquido + corante pó + água + solo              | 12   | 8,75      | 62 |
| Ralzer + corante pó + cola + água + solo               | 9    | 6,5       | 46 |
| Ralzer + fungicida                                     | 2    | 5,25      | 37 |
| Ralzer   | 1    | 4,5       | 32 |
| Ralzer + fungicida + corante pó + cola + água          | 5    | 3,5       | 25 |
| Ralzer líquido + corante pó + água                     | 11   | 3,5       | 25 |
| Testemunha   | 6    | 3         | 21 |
| Ralzer fungicida + corante pó + corante líquido + água | 10   | 3         | 21 |

Legenda: Trat – número do tratamento; % - Porcentagem de sementes germinadas;  $\bar{X}$  – média de germinações.

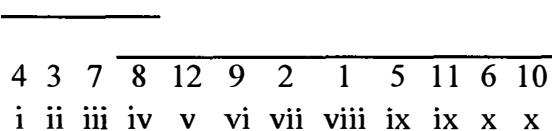


Figura 12 - Variação das médias de germinação dos tratamentos de milho em dois dias. Algarismos arábicos representam tratamentos segundo Tabela 11. Algarismos romanos representam ranqueamento decrescente do número de plântulas. Médias de tratamentos unidas com barras são iguais ao nível de 5% de significância segundo Kruskal-Wallis apresentado na Figura 13

| 1  | 2 | 3 | 4  | 5  | 6   | 7 | 8 | 9 | 10  | 11 | 12 |
|----|---|---|----|----|-----|---|---|---|-----|----|----|
| 1  | - | * | ** | -  | -   | * | - | - | -   | -  | -  |
| 2  |   | * | ** | -  | -   | - | - | - | -   | -  | -  |
| 3  |   |   | -  | *  | **  | - | - | - | **  | *  | -  |
| 4  |   |   |    | ** | *** | - | - | * | *** | ** | -  |
| 5  |   |   |    |    | -   | * | - | - | -   | -  | -  |
| 6  |   |   |    |    |     | * | * | - | -   | -  | -  |
| 7  |   |   |    |    |     |   | - | - | *   | *  | -  |
| 8  |   |   |    |    |     |   |   | - | *   | -  | -  |
| 9  |   |   |    |    |     |   |   |   | -   | -  | -  |
| 10 |   |   |    |    |     |   |   |   |     | -  | -  |
| 11 |   |   |    |    |     |   |   |   |     |    | -  |
| 12 |   |   |    |    |     |   |   |   |     |    |    |

Figura 13 - Teste sobre a germinação média de sementes em dois dias na estufa. Kruskal-Wallis (KW):  $H = 31,29$ ;  $p = 0,001$ ; para 11 graus de liberdade (gl) e 4 repetições. Teste *a posteriori*: 0,05 (\*); 0,01 (\*\*); 0,001 (\*\*\*). A relação de códigos dos tratamentos de 1 a 12, encontra-se na Tabela 11

De acordo com a Tabela 11 e Figuras 12 e 13, a associação ou não dos corantes líquido e em pó ao Ralzer, além da cola, não prejudica a germinação das sementes. Pelo contrário, a germinação foi melhor com estas associações em relação aos tratamentos 1 (só Ralzer) e 6 (testemunha). Provavelmente a ação nutriente do pigmento em pó, rico em Ferro, favoreça este resultado.

Componentes que podem ter inibido a germinação em dois dias foram:

- i) solo associado ao Ralzer líquido (tratamento 12);
- i) solo e Ralzer (tratamento 9);
- i) Ralzer e fungicida (tratamentos. 2, 5, 10);
- iv) corante pó e Ralzer líquido (tratamento 11).

Com mais três dias em câmara de germinação, o modelo de análise de variância sugere que a heterogeneidade aumentou (KW:  $H = 36,74$ ;  $p = 0,0001$ ;  $gl = 11$ ) conforme Figura 15, com a segregação de três grupos distintos (Figura 14). As melhores médias de germinação foram obtidas em ausência do fungicida e do Ralzer, os quais inibiram o surgimento do embrião das sementes, respectivamente em primeira e segunda escala, no quinto dia na câmara de germinação. O corante pó, corante líquido e a cola não inibiram a germinação de milho.

Tabela 12 - Efeito da camuflagem de sementes na germinação de milho em 5 dias

| Tratamentos  | Trat | $\bar{X}$ | %   |
|--|------|-----------|-----|
| Testemunha   | 6    | 14        | 100 |
| Corante pó + corante líquido + água                    | 7    | 14        | 100 |
| Corante pó + cola + água                               | 8    | 14        | 100 |
| Ralzer líquido + corante pó + água + solo              | 12   | 14        | 100 |
| Ralzer líquido + corante pó + água                     | 11   | 13,75     | 98  |
| Ralzer + corante pó + cola + água                      | 4    | 13,5      | 96  |
| Ralzer + corante pó + corante líquido + água           | 3    | 12,75     | 91  |
| Ralzer + corante pó + cola + água + solo               | 10   | 12,5      | 89  |
| Ralzer fungicida + corante pó + corante líquido + água | 9    | 12,25     | 87  |
| Ralzer + fungicida                                     | 2    | 11        | 78  |
| Ralzer   | 1    | 10,5      | 75  |
| Ralzer fungicida + corante pó + cola + água            | 5    | 9,5       | 67  |

Legenda: Trat – número do tratamento; % - Porcentagem de sementes germinadas;  $\bar{X}$  – média de germinações.

Figura 14 - Variação das médias de germinação dos tratamentos de milho em dois dias. Algarismos arábicos representam tratamentos segundo Tabela 12. Algarismos romanos representam ranqueamento decrescente do número de plântulas. Médias de tratamentos unidas com barras são iguais ao nível de 5% de significância segundo Kruskal-Wallis apresentado na Figura 15



|    |   |   |   |   |    |    |    |   |    |    |    |
|----|---|---|---|---|----|----|----|---|----|----|----|
| 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7  | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1  | - | - | - | - | ** | ** | ** | - | -  | *  | ** |
| 2  |   | - | - | - | ** | ** | ** | - | -  | *  | ** |
| 3  |   |   | - | - | -  | -  | -  | - | -  | -  | -  |
| 4  |   |   |   | * | -  | -  | -  | - | -  | -  | -  |
| 5  |   |   |   |   | ** | ** | ** | - | -  | ** | ** |
| 6  |   |   |   |   |    | -  | -  | - | -  | -  | -  |
| 7  |   |   |   |   |    |    | -  | - | -  | -  | -  |
| 8  |   |   |   |   |    |    |    | - | -  | -  | -  |
| 9  |   |   |   |   |    |    |    |   | -  | -  | -  |
| 10 |   |   |   |   |    |    |    |   |    | -  | -  |
| 11 |   |   |   |   |    |    |    |   |    |    | -  |
| 12 |   |   |   |   |    |    |    |   |    |    |    |

Figura 15 - Teste sobre a germinação média de sementes em cinco dias na estufa.

KW:  $H = 36,74$ ;  $p = 0,0001$ ; para 11 gl e 4 repetições. Teste *a posteriori*: 0,05 (\*); 0,01 (\*\*).

A relação dos tratamentos de 1 a 12, encontra-se na Tabela 12

## 2.3.4 Experimentos de plantio

### 2.3.4.1 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B

Vinte e quatro aves silvestres foram vitimadas: 13 rolinhas (*Columbina talpacoti*), 4 avoantes (*Zenaida auriculata*), 3 corujas-buraqueiras (*Speotyto cunicularia*), 2 gaviões-carijós (*Rupornis magnirostris*), 1 juriti (*Leptotila rufaxilla*) e 1 tico-tico (*Zonotrichia capensis*), sendo que apenas duas aves estavam vivas, porém com sintomas de intoxicação causada por Carbofuran - pupila contraída e falta de coordenação motora.

Apenas duas sementes de trigo camufladas causaram mortes de duas rolinhas enquanto que 61 sementes vermelhas envenenaram as demais aves, sugerindo que a cor vermelha não é repelente como proposto por Avery e Mason (1997) e Nelms e Avery (1997). A Tabela 13 traz as proporções de mortes e consumo de sementes.

Os sistemas digestivos das corujas e tico-tico encontrados nas parcelas de tratamento vermelho estavam vazios, indicando que as aves conseguiram regurgitar o alimento.

Ao lado do gavião-carijó vivo, foi encontrada uma pelota alimentar revelando que a ave havia regurgitado os insetos que provavelmente a intoxicaram. O envenenamento dos insetos pode ser devido ao pó Xadrez, que ao ficar tóxico pelo contato com o Carbofuran, poderia ser absorvido por via respiratória. No momento do plantio, observou-se uma nuvem de pó liberada pela máquina plantadeira junto ao solo.

Foi verificado que algumas aves morreram com a ingestão de apenas uma semente, nas seguintes partes do aparelho digestivo: no papo: rolinhas (n = 2), avoante (n = 1); na moela: rolinhas (n = 2); no pró-ventrículo: rolinha (n = 1). Estas observações sugerem que o Carbofuram em pequena quantidade é fatalmente tóxico para avoantes (~ 120 g) e rolinhas (~ 40 g), pombas de porte médio e pequeno respectivamente, e que o tempo para ocorrer óbito nas duas espécies pode variar.

Diversos aglomerados de penas foram encontrados nas parcelas e ao redor, em alguns destes, penas estavam agregadas e com raques cortadas, indicando que houve predação por parte de mamíferos carnívoros.

A dissecação do aparelho digestivo do gavião-carijó revelou no papo: partes de uma avoante; no pró-ventrículo: penas da avoante, partes do aparelho digestivo da pomba e 5 sementes vermelhas de trigo; na moela: partes da avoante. Esta observação comprova o fato de predadores serem vítimas indiretas de envenenamento e que provavelmente, os outros predadores que atacaram as aves granívoras mortas ou moribundas também foram envenenados.

Sementes camufladas foram facilmente identificadas no trato digestivo das aves, pois por conservarem coloração e textura diferencial, não houve dúvida em relação ao tratamento vermelho.

Tabela 13 - Mortalidade de aves e consumo de sementes camufladas e vermelhas no experimento de plantio 1

|            | Mortes    |          | Sementes  |          |
|------------|-----------|----------|-----------|----------|
|            | Camuflado | Vermelho | Camuflado | Vermelho |
| Total      | 1         | 21       | 1         | 62       |
| Percentual | 4,54 %    | 95,45 %  | 1,58 %    | 98,41 %  |
| Média      | 0,125     | 2,625    | 0,125     | 7,75     |
| Variância  | 0,125     | 6,839    | 0,125     | 30,785   |

A análise de co-variância (Tabela 14) revelou diferença não significativa na mortalidade de aves entre os tratamentos, entretanto a variável, “número de sementes” foi determinante na mortalidade, sendo verificada correlação altamente significativa ( $p = 0,0005$ ). A Tabela 13 mostra que o consumo de sementes camufladas foi menor em relação ao consumo de sementes vermelhas (KW:  $H = 5,834$ ;  $gl = 1$ ;  $p = 0,015$ ).

A constatação da co-variância significativa pode ser explicada pela elevada toxicidade do Carbofuran, traduzida na rápida ação do veneno, bastando a ingestão de poucas sementes para

liquidar uma ave. Assim, como uma ave consome poucas sementes e morre, o número de sementes consumido é diretamente proporcional à mortalidade, tal como pode ser observado no resultado da análise de regressão (Figura 16).

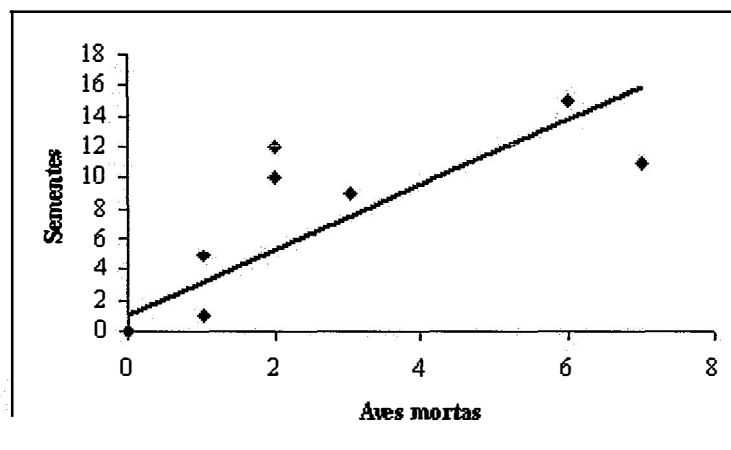


Figura 16 - Análise de regressão entre mortalidade de aves e quantidade de sementes ingeridas no experimento de plantio 1 ( $y = 2,1339x + 1,0034$ ;  $r^2 = 0,748$ )

Tabela 14 - Análise de co-variância (Ancova) das variáveis: mortalidade de aves e consumo de sementes vermelhas e camufladas do experimento de plantio 1 de trigo

| Fonte de variação | gl | S Q    | Q M    | F      | p      |
|-------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Mortes            | 1  | 0,248  | 0,248  | 0,176  | 0,681  |
| Sementes          | 1  | 30,416 | 30,416 | 21,567 | 0,0005 |
| Resíduo           | 13 | 18,334 | 1,410  | -      | -      |

Legenda: gl – graus de liberdade; S Q – soma dos quadrados; Q M – quadrados médios; F – teste F; p – probabilidade. Casos: n = 8. Uma rolinha que ingeriu 3 sementes vermelhas e 1 semente camuflada foi excluída da análise.

As discrepâncias numéricas entre tratamentos no que concerne à mortalidade de aves e ingestão de sementes, sugerem que o método de camuflagem de sementes seja eficiente para evitar o encontro das sementes pelas aves, evitando assim o consumo de sementes e o conseqüente envenenamento de aves.

### 2.3.4.2 Sementes de trigo: marrom pó e Rodamina B em escala comercial

Foram encontradas mortas ao todo 147 aves, sendo 90 avoantes (*Zenaida auriculata*), 50 pássaros-pretos (*Gnorimopsar chopi*), 3 pardais (*Passer domesticus*), 1 rolinha (*Columbina talpacoti*), 1 coruja-buraqueira (*Speotyto cunicularia*), 1 bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e 1 João-de-Barro (*Furnarius rufus*). Das 147 aves, 101 aves foram identificadas por aglomerados de penas, indicando que as mesmas foram predadas, havendo remoção dos corpos. Dentre estas, 89 aglomerados de penas foram encontrados na parcela de sementes camufladas e 12 aglomerados estavam na parcela do tratamento de sementes vermelhas. Diversos gaviões-carijós (*Rupornis magnirostris*) e carcarás (*Caracara plancus*) foram observados, provavelmente foram estas espécies as principais responsáveis pela predação das aves granívoras.

Sete avoantes e um pardal morreram com apenas uma semente tratada no papo, reforçando a observação do experimento anterior sobre a toxicidade do Carbofuran.

Dos apenas 4 pássaros-pretos necropsiados, três tinham aparelhos digestivos vazios, sugerindo que *G. chopi* regurgite sementes envenenadas antes de morrer.

Foram necropsiadas 49 aves, das quais 38 foram encontradas na parcela de sementes camufladas e 11 aves na parcela de sementes vermelhas. Dissecções de aparelhos digestivos revelaram 148 sementes camufladas e 18 sementes vermelhas (Tabela 15) sugerindo que a cor vermelha não é repelente como proposto por Avery e Mason (1997) e Nelms e Avery (1997).

Foram detectadas heterogeneidades entre tratamentos quanto à mortalidade (KW:  $H = 53,33$ ;  $gl = 1$ ;  $p = 0,02$ ) e ao consumo de sementes (KW:  $H = 47,44$ ;  $gl = 1$ ;  $p = 0,029$ ), decorrentes de maiores números registrados para o tratamento camuflado.

A análise de regressão entre o consumo de sementes e a mortalidade foi significativa (Figura 17).

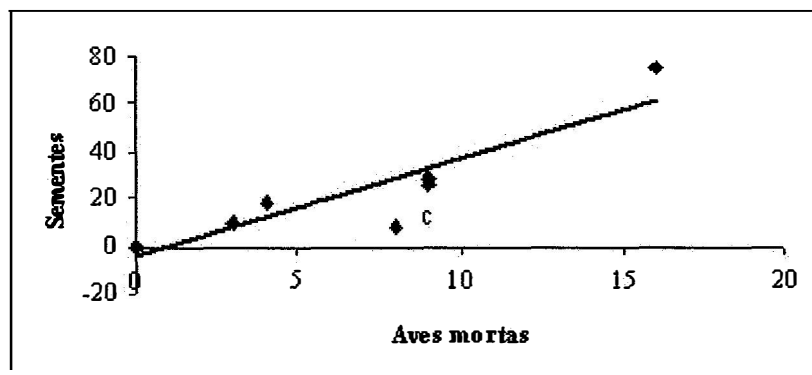


Figura 17 - Análise de regressão entre mortalidade de aves e quantidade de sementes ingeridas no experimento de plantio 2 ( $y = 4,081x - 4,2459$ ;  $r^2 = 0,8232$ )

Tabela 15 - Mortalidade de aves e consumo de sementes camufladas e vermelhas no experimento de plantio 2 de trigo

|            | Mortes    |          | Sementes  |          |
|------------|-----------|----------|-----------|----------|
|            | Camuflado | Vermelho | Camuflado | Vermelho |
| Total      | 38        | 11       | 148       | 18       |
| Percentual | 77,55 %   | 22,44 %  | 89,15 %   | 10,84 %  |
| Média      | 9,5       | 2,75     | 37        | 4,5      |
| Variância  | 24,33     | 14,25    | 663,33    | 27,66    |

Maiores números de óbitos e de sementes ingeridas do tratamento camuflado provavelmente foram influenciados pela localização da única parcela, estando estabelecida ao lado de uma plantação de arroz recentemente colhida. Devido à oferta de alimento neste local, ocorria grande densidade de aves granívoras no entorno do tratamento camuflado, fato que influenciou decisivamente na maior mortalidade registrada para o tratamento camuflado. Estes resultados controversos em relação aos do experimento anterior, sugerem que a influência de habitats contíguos aos plantios é um importante fator afetando métodos de controle de danos no plantio e de mitigação de impacto ambiental.

Embora os presentes resultados reflitam condições usuais de plantio em escala comercial, experimentações devem considerar fatores externos como a influência de diferentes tipos de ambientes atuando como fontes de atração da fauna.

#### **2.3.4.3 Sementes de arroz: marrom pó e Rodamina B**

Durante os três dias de experimentação não foram registradas mortes de aves, tampouco grandes bandos foram observados na região. Possivelmente em decorrência de chuvas, este experimento mostrou que nem sempre ocorre mortalidade de aves em plantios de sementes tratadas com Carbofuran.

Em uma área onde o presente plantio de arroz foi o primeiro uso agrícola do solo, havendo antes vegetação de cerrado, restos vegetais (raízes, tocos, touças) impediram adequado enterramento das sementes pela máquina plantadeira, este fato deixou notável quantidade de sementes expostas na superfície do solo. No primeiro dia de verificação, após a primeira chuva, sementes com Rodamina B perderam a coloração típica, enquanto que a camuflagem marrom permaneceu até o final do experimento, adquirindo tonalidade um pouco mais clara.

#### **2.3.4.4 Sementes de arroz: marrom pó, Carbosulfan e Rodamina B**

Foram necropsiadas 198 aves, sendo 195 avoantes (*Zenaida auriculata*) e 3 indivíduos de pássaro-preto (*Gnorimopsar chopi*). As proporções de mortes e consumo de sementes em cada tratamento encontram-se na Tabela 16. Não foi constatada a atuação de predadores atacando aves envenenadas.

Durante os 8 dias de experimentação foram observadas aves afetadas pelo Carbosulfan fugindo com movimentos erráticos à chegada dos pesquisadores. Tais aves, por vezes conseguiam voar mais de 500 m em busca de hábitas abrigados, assim sendo impossível avaliar de maneira acurada a mortalidade causada por este pesticida que teria propriedades repelentes. Enquanto que, em 25 avoantes, apenas uma semente de Carbofuran no papo foi suficiente para matar, as aves sucumbidas por Carbosulfan, no mínimo, apresentaram 6 ou 7 sementes no papo (n = 4). Possivelmente o Carbosulfan, ao mesmo tempo em que tem propriedades de inseticida e nematicida, poderia atuar como repelente, pois aves que conseguiriam detectar a ação tóxica ao ingerir poucas sementes poderiam associar sintomas de intoxicação ao alimento.

Tabela 16 - Mortalidade de aves e consumo de sementes Carbofuran, camufladas e Carbosulfan no experimento de plantio 4

| Tratamento | Mortes     |           |             | Sementes   |           |             |
|------------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|
|            | Carbofuran | Camuflado | Carbosulfan | Carbofuran | Camuflado | Carbosulfan |
| Total      | 109        | 49        | 40          | 156        | 172       | 76          |
| Percentual | 55,05%     | 24,74 %   | 20,20 %     | 38,61 %    | 42,57 %   | 18,81 %     |
| Média      | 13,625     | 6,125     | 5           | 39         | 43        | 19          |
| Variância  | 50,267     | 44,696    | 30,571      | 604        | 1830      | 376,666     |

Assim, a substituição do Carbofuran por Carbosulfan seria recomendada, contudo espera-se que o fato de as aves envenenadas procurarem habitats abrigados traga grandes riscos à fauna predadora que habita tais sítios, como fragmentos florestais.

A Tabela 17 revela a heterogeneidade entre as médias de tratamentos no que concerne à mortalidade de aves. O teste de Newman-Keuls discrimina as diferenças estatísticas entre tratamentos (Tabela 18), as quais podem ser interpretadas graficamente na Figura 18, havendo maior mortalidade apenas no tratamento Carbofuran. Este resultado sugere que os tratamentos: camuflado e Carbosulfan são indicados para reduzir a mortalidade de aves. Quanto às sementes ingeridas, a variação das médias entre tratamentos não foi significativa segundo a ANOVA.

Tabela 17 - Análise de variância das médias de mortes dos tratamentos Carbofuran, camuflado e Carbosulfan do experimento de plantio 4 em plantio de arroz

| Fonte de variação | Gl | S Q    | Q M     | F     | p     |
|-------------------|----|--------|---------|-------|-------|
| Mortes            | 2  | 351,75 | 175,875 | 4,203 | 0,028 |
| Resíduo           | 21 | 878,75 | 41,845  | -     | -     |

Legenda: gl – graus de liberdade; S Q – soma dos quadrados; Q M – quadrados médios; F – teste F; p – probabilidade. Casos: n = 24.

Tabela 18 - Teste “a posteriori” de Newman-Keuls para múltiplas comparações de médias aplicado à mortalidade de aves do experimento de plantio 4

| Tratamentos              | Q      | p      |
|--------------------------|--------|--------|
| Carbofuran – Camuflado   | 3,2793 | < 0,05 |
| Carbofuran – Carbosulfan | 3,7712 | < 0,05 |
| Camuflado – Carbosulfan  | 0,4919 | > 0,05 |

Legenda: Q – quadrados; p – probabilidade.

Carbofuran    Camuflado    Carbosulfan

Figura 18 - Representação gráfica da variação da mortalidade de aves entre os tratamentos do experimento de plantio 4. Médias de tratamentos unidas com barra são iguais a 5% de significância

A notável ingestão de sementes vermelhas sugere que esta cor não é repelente como proposto por Avery e Mason (1997) e Nelms e Avery (1997).

#### 2.3.4.5 Sementes de arroz: Carbosulfan marrom líquido e Rodamina B

Nos quatro dias de experimentação foram registradas 32 aves mortas, sendo 29 avoantes (*Zenaida auriculata*), 2 pombas (*Columba* sp) e 1 rolinha (*Columbina talpacoti*). Vinte e três aves foram identificadas através de aglomerados de penas, asas e outras partes dos corpos deixados por predadores; demais vítimas foram necropsiadas e suas proporções entre tratamentos encontram-se na Tabela 19. Gaviões caracarás (*Caracara plancus*) foram registrados em duas observações carregando aves mortas em vôo, provavelmente aos seus filhotes.

Não houve dúvidas em relação à diferenciação de sementes ingeridas quanto aos tratamentos. Sementes camufladas com corante líquido foram facilmente identificadas no trato digestivo das aves, conservando a coloração marrom, tal como a Rodamina B manteve a cor vermelha.

O resultado da análise de variância não paramétrica aplicada às médias de mortes foi não significativo, embora os valores finais de mortes entre tratamentos sejam discrepantes, com viés



observado para o tratamento de Carbosulfan camuflado, devido à toxicidade do agrotóxico permitir que aves procurem refúgios abrigados e distantes.

Tabela 19 - Mortalidade de aves entre tratamentos Carbosulfan camuflado e Carbofuran no experimento de plantio 5

|            | Camuflado | Vermelho |
|------------|-----------|----------|
| Total      | 1         | 17       |
| Percentual | 5,55 %    | 94,44 %  |
| Média      | 0,25      | 4,25     |
| Variância  | 0,25      | 8,916    |

A avaliação da abundância de aves revelou no primeiro dia, em 15 minutos de observações: 895 indivíduos. No segundo dia foram contadas, no mesmo tempo: 1165 aves. Como as contagens eram feitas à distância, não foi possível precisar espécies, porém a maioria das aves eram *Zenaida auriculata*. Esta avaliação comprova a alta densidade de avoantes na região estudada, conferindo severidade ao experimento e, como foi possível observar elevadas densidades de aves nas parcelas vermelhas, em face dos baixos valores de mortalidade registrados, é plausível supor que a toxicidade do Carbofuran tenha sido comprometida, estando mais baixa que o usual.

Os resultados obtidos sugerem que a associação do Carbosulfan à camuflagem de sementes pode ser uma forma de minimizar as taxas de mortalidade de aves. Para saber se esta associação implica em menor ingestão de sementes e conseqüentemente menos mortes, seria preciso analisar o consumo de sementes por ave necropsiada. Entretanto, estes dados foram perdidos.

Para agricultores e empresas produtoras de sementes, os fatores: i) menor número de mortes e ii) ocorrência de óbitos em locais abrigados, menos visíveis à opinião pública leiga, representam vantagens comerciais evitando multas e boicotes. Este experimento sugere que avaliações detalhadas sobre o impacto do uso de sementes tratadas com Carbosulfan e camuflagem devem ser realizados.

O emprego da camuflagem a base de corante líquido em substituição ao corante em pó, evitou a nuvem venenosa liberada pela máquina plantadeira, porém observou-se que as sementes camufladas com corantes líquidos ficaram mais visíveis, confundindo-se menos com torrões de terra em contrastes de luz e sombra do solo, que a camuflagem com pó, cuja textura é rugosa e de cor opaca. Contudo, com o corante líquido não foram encontradas aves insetívoras mortas, um

fato diferencial importante para a evolução do método de camuflagem. A ingestão de sementes vermelhas sugere que esta cor não é repelente como proposto por Avery e Mason (1997) e Nelms e Avery (1997).

#### 2.3.4.6 Sementes de trigo: marrom pó, Rodamina B, Mesurol e Carbosulfan

Foram contabilizadas 311 mortes de aves, sendo 302 de *Zenaida auriculata* (avoante), 8 de *Columbina talpacoti* (rolinha) e 1 de *Speotyto cunicularia* (coruja-buraqueira). Foram encontradas 145 aves no tratamento de sementes camufladas, 82 aves no tratamento com Carbofuran, 62 aves na parcela de Mesurol e 21 aves na parcela do Carbosulfan (Tabela 20). Além destas aves necropsiadas, foram encontradas mais 18 aglomerados de penas, sendo 13 na parcela com Mesurol e 5 no tratamento Carbofuran. Contudo, não foi possível saber se estas mortes ocorreram nestes tratamentos. A alta densidade de avoantes observada atribuiu severidade ao presente experimento.

Tabela 20 - Mortalidade de aves entre os tratamentos Carbofuran, Carbosulfan, camuflado e Mesurol no experimento de plantio 6

| Tratamento | Carbofuran | Carbosulfan | Marrom pó | Mesurol |
|------------|------------|-------------|-----------|---------|
| Total      | 82         | 21          | 145       | 62      |
| Percentual | 26,45 %    | 6,77 %      | 46,77 %   | 20 %    |
| Média      | 27,333     | 7           | 48,333    | 20,666  |
| Variância  | 377,333    | 57          | 1046,333  | 169,333 |

A análise não-paramétrica de variância gerou resultados não significativos entre as médias de mortes observadas entre os tratamentos. Este resultado possivelmente foi influenciado por dois fatores: i) aparentemente a maioria das aves que ingere sementes Carbosulfan consegue sair da área experimental; ii) devido à movimentação de máquinas agrícolas nas estradas, aves se concentrariam em maior quantidade nas parcelas centrais dos tratamentos (Mesurol e camuflado).

Cerca de 20 aves que se encontravam no tratamento Carbosulfan, mesmo que notavelmente afetadas pelo pesticida, conseguiram voar à aproximação humana, procurando abrigo em canaviais e cultivos de soja vizinhos. A mortalidade destas aves fugidias não pôde ser avaliada. Contudo, registrou-se que em média, cerca de 10 sementes tratadas com Carbosulfan

causavam o óbito da maioria das avoantes em contraste com os demais tratamentos envenenados com Carbofuran, nos quais a ingestão de uma só semente pode ser letal.

O Mesurol (“Methiocarb”) não apresentou a mesma eficiência sugerida pelos ensaios em viveiro (87,3%), provavelmente porque o efeito tóxico do Carbofuran é tão forte, que não há como haver aprendizado das aves quanto à ação aversiva ao “Mehiocarb”, pois apenas uma semente pode causar a morte. Haveria possibilidade de eficiência se o “Methiocarb” fosse tão aversivo ao paladar que fizesse aves rejeitarem uma semente tão logo ela fosse tomada como alimento, ainda no bico. Se isto ocorre em campo com alguns indivíduos, não pôde ser observado tampouco detectado estatisticamente, pelo contrário, os presentes resultados sugerem que o Metilcarbamato (Mesurol) age como repelente secundário (SAYRE CLARCK, 2001; AVERY, 2002) e não como repelente primário como proposto por Baur e Jackson (1981), sendo assim inadequado para evitar envenenamentos por sementes tratadas com Carbofuran.

#### 2.3.4.7 Sementes de trigo: marrom pó, marrom líquido, creme e Rodamina B

O total de mortes computado foi 74, destas 64 foram *Zenaida auriculata* (avoante), 4 *Speotyto cunicularia* (coruja-buraqueira), 2 *Columba* sp (pomba), 1 *Columba picazuro* (pomba-asa-branca), 1 *Falco sparverius* (quiri-quiri), 1 *Nothura maculosa* (codorna) e 1 *Nystalus chacuru* (joão-bobo).

A distribuição das mortes em relação aos tratamentos foi: 31 aves no tratamento creme, 14 aves no tratamento vermelho, 4 aves no tratamento marrom líquido e nenhuma ave no tratamento camuflado com pó (Tabela 21). Dezoito aglomerados de penas, indicando ação de predadores removendo corpos, foram encontrados nas proporções: 14 no tratamento creme, 1 no tratamento vermelho, 3 no tratamento marrom líquido e nenhum no tratamento marrom pó.

Tabela 21 - Mortalidade de aves entre os tratamentos creme, vermelho, camuflado com líquido e camuflado com pó, no experimento de plantio 7

| Tratamento | Creme   | Vermelho | Mar liq | Mar pó |
|------------|---------|----------|---------|--------|
| Total      | 29      | 16       | 4       | 0      |
| Percentual | 59,18 % | 32,65 %  | 8,16 %  | 0 %    |
| Média      | 7,25    | 4        | 1       | 0      |
| Variância  | 62,25   | 29,33    | 4       | 0      |

Legenda: Creme – Carbofuran sem Rodamina B; Vermelho – Carbofuran com Rodamina B; Mar liq – camuflagem com corante líquido marrom; Mar pó – camuflagem com corante em pó marrom.

Dentre as 74 mortes, foram realizadas 56 necrópsias, revelando a ingestão de 444 sementes cremes, 211 sementes vermelhas, 47 sementes com camuflagem líquida e 3 sementes com camuflagem de pó (Tabela 22). As três sementes camufladas com pó foram encontradas na pomba asa-branca, que havia ingerido também 15 sementes da cor creme. Os aparelhos digestivos das corujas, codorna, João-bobo e falcão estavam vazios, indicando que estas espécies podem regurgitar o alimento em caso de intoxicação.

Tabela 22 - Consumo de sementes entre os tratamentos creme, vermelho, camuflado com líquido e camuflado com pó, no experimento de plantio 7

| Tratamento | Creme   | Vermelho | Mar liq | Mar pó |
|------------|---------|----------|---------|--------|
| Total      | 268     | 68       | 47      | 4      |
| Percentual | 69,25 % | 17,57 %  | 12,14 % | 1,03 % |
| Média      | 111     | 52,75    | 11,75   | 1      |
| Variância  | 15322   | 3760,91  | 552,25  | 4      |

Legenda: Creme – Carbofuran sem Rodamina B; Vermelho – Carbofuran com Rodamina B; Mar liq – camuflagem com corante líquido marrom; Mar pó – camuflagem com corante em pó marrom.

O modelo de ANCOVA (Tabela 23) sugere homogeneidade entre tratamentos no que concerne à mortalidade. A variável, “número de sementes consumidas” foi determinante na mortalidade, havendo correlação altamente significativa ( $p = 0,0000$ ), tal como pode ser observado na análise de regressão cujo resultado foi significativo (Figura 19).

Tabela 23 - Análise de co-variância (Ancova) das variáveis: mortalidade de aves e consumo de sementes no experimento de plantio 7 de trigo

| Fonte de variação | Gl | S Q     | Q M     | F       | p      |
|-------------------|----|---------|---------|---------|--------|
| Mortes            | 3  | 0,987   | 0,329   | 0,152   | 0,925  |
| Sementes          | 1  | 263,079 | 263,079 | 122,254 | 0,0000 |
| Resíduo           | 11 | 23,670  | 2,151   | -       | -      |

Legenda: gl – graus de liberdade; S Q – soma dos quadrados; Q M – quadrados médios; F – teste F; p – probabilidade. Casos:  $n = 16$ . A asa-branca e uma avoante que ingeriram sementes de mais de um tratamento foram excluídas da análise.

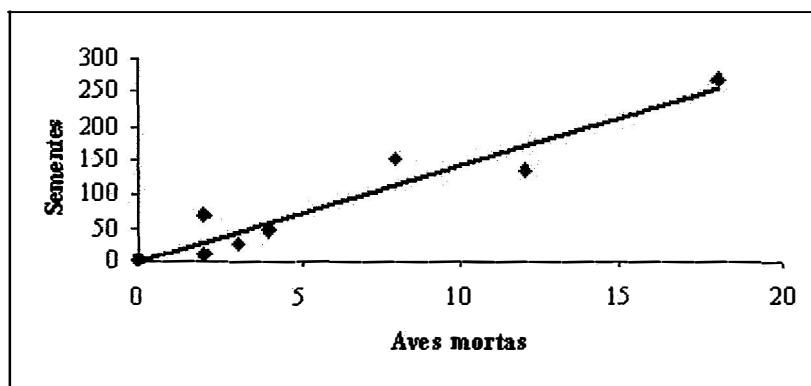


Figura 19 - Análise de regressão entre mortalidade de aves e quantidade de sementes ingeridas no experimento de plantio 7 ( $y = 14,138x + 0,6909$ ;  $r^2 = 0,9406$ )

O consumo de sementes entre tratamentos também foi homogêneo segundo a análise de variância não paramétrica.

Apesar dos resultados não significativos entre tratamentos, as discrepâncias numéricas observadas nas Tabelas 21 e 22 indicam que a cor creme não é aversiva às aves e que o tratamento camuflado com corante em pó foi eficiente para minimizar a mortalidade de aves e o consumo de sementes em relação ao tratamento vermelho.

Foi observado que a camuflagem obtida com corante líquido em muitas sementes não conseguiu completa cobertura, fato que em adição da falta de rugosidade superficial atribuída pelo pó às sementes, pode ter influenciado os resultados.

Provavelmente a ocorrência de mortes de aves insetívoras como o falcão-quiriquiri, coruja-buraqueira e o João-bobo seja decorrência da nuvem de pó venenosa, gerada pela máquina semeadeira no momento de plantio, representando uma grave falha decorrente da camuflagem em pó, envenenando artrópodes que podem ser consumidos por vertebrados.

Os resultados sugerem que a camuflagem de sementes é um efetivo método de controle em relação aos tratamentos Carbofuran com Rodamina B e Carbofuran creme e que a cor vermelha não é repelente como proposto por Avery e Mason (1997) e Nelms e Avery (1997).

### 2.3.4.8 Avaliação do impacto ambiental na fauna silvestre

Durante os sete experimentos de plantio, o número de vítimas variou de zero a 311 (Tabela 24), totalizando 786 aves, distribuídas em 15 espécies (Tabela 25).

A quantidade ingerida pelas aves de sementes tratadas com pesticidas foi determinante na mortalidade, como indicam resultados dos experimentos de plantio 1, 2 e 7, sendo que a intoxicação decorrente da ingestão direta destas sementes foi a principal causa de impacto ambiental em assembléias de aves, afetando as categorias ecológicas ou guildas: “onívoras-granívoras-insetívoras” e “carnívoras-insetívoras”.

A maioria das vítimas (98% dos indivíduos) foram aves onívoras-granívoras-insetívoras (Tabela 25), as quais representaram 60% do total de espécies atingidas. Dentre as assembléias de aves que habitavam os campos agrícolas durante os plantios, esta categoria ecológica era expressiva em biomassa e representava o nível mais básico da cadeia alimentar, sendo recurso alimentar para diversas espécies predadoras da fauna silvestre.

Aves carnívoras-insetívoras vitimadas, representando 2% dos indivíduos e 40% das espécies, foram testemunhas de que o impacto ambiental atingiu alto nível na teia trófica como consequência da predação de invertebrados e aves envenenados durante plantios.

Tabela 24 – Número do experimento de plantio, espécies agrícolas, hectares plantados, quilogramas de sementes, relação de quilogramas de sementes por hectare plantado e número de aves vítimas de envenenamento pela ingestão de sementes tratadas com agrotóxicos

| Exp. | Sementes | Hectares | Kg    | Kg / ha | Vítimas |
|------|----------|----------|-------|---------|---------|
| 3    | Arroz    | 12       | 600   | 50      | 0       |
| 1    | Trigo    | 10       | 1850  | 185     | 24      |
| 5    | Arroz    | 16       | 1600  | 100     | 32      |
| 7    | Trigo    | 96       | 14000 | 145     | 74      |
| 2    | Trigo    | 17,5     | 3500  | 200     | 147     |
| 4    | Arroz    | 5,46     | 546   | 100     | 198     |
| 6    | Trigo    | 2,64     | 300   | 100     | 311     |

Legenda: Exp. – número do experimento de plantio; Kg / ha – quilogramas de sementes plantadas por hectare.

Avoantes contribuíram com 82,44% das vítimas de intoxicação; esta taxa aliada à frequência de aparecimento nos experimentos são indicativos seguros da elevada abundância da espécie associada a plantios de arroz e trigo, sendo a maior ameaça de envenenamento

secundário aos predadores que atacam aves intoxicadas, devido à disponibilidade de grande número de avoantes intoxicadas, requerendo baixo gasto energético para serem capturadas como presas. Trata-se de elevado risco ambiental às populações de predadores na matriz agrícola, as quais se refugiam em remanescentes florestais, com frequência, já em estado precário de conservação.

O intervalo de confiança, estimando o número de indivíduos de aves intoxicadas pela ingestão de trigo e arroz tratados com Carbofuran e Carbosulfan em plantios da ordem de 22 toneladas de sementes plantadas de modo convencional em cerca de 160 hectares, foi:  $274 < 786 < 921$ ; com seis graus de liberdade; média de 647 aves mortas; desvio padrão de 103,67 e desvio padrão da média de 323,38.

Tabela 25 – Relação qualitativa e quantitativa de 15 espécies de aves intoxicadas por agrotóxicos, distribuídas nos experimentos de plantio

| Nome científico              | Nome popular    | Exp.1 | Exp.2 | Exp.3 | Exp.4 | Exp.5 | Exp.6 | Exp.7 | Ind. |
|------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| <i>Zenaida auriculata</i>    | avoante         | 4     | 90    | .     | 195   | 29    | 302   | 64    | 684  |
| <i>Gnorimopsar chopi</i>     | pássaro-preto   | .     | 50    | .     | 3     | .     | .     | .     | 53   |
| <i>Columbina talpacoti</i>   | rolinha         | 13    | 1     | .     | .     | 1     | 8     | .     | 23   |
| <i>Speotyto cunicularia</i>  | buraqueira *    | 3     | 1     | .     | .     | .     | 1     | 4     | 9    |
| <i>Columba sp</i>            | pomba           | .     | .     | .     | .     | 2     | .     | 2     | 4    |
| <i>Passer domesticus</i>     | pardal          | .     | 3     | .     | .     | .     | .     | .     | 3    |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | gavião-carijó * | 2     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | 2    |
| <i>Leptotila rufaxilla</i>   | juriti          | 1     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | 1    |
| <i>Zonotrichia capensis</i>  | tico-tico       | 1     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | 1    |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>  | bem-te-vi *     | .     | 1     | .     | .     | .     | .     | .     | 1    |
| <i>Furnarius rufus</i>       | joão-de-barro * | .     | 1     | .     | .     | .     | .     | .     | 1    |
| <i>Columba picazuro</i>      | asa-branca      | .     | .     | .     | .     | .     | .     | 1     | 1    |
| <i>Falco sparverius</i>      | quiri-quiri *   | .     | .     | .     | .     | .     | .     | 1     | 1    |
| <i>Nothura maculosa</i>      | codorna         | .     | .     | .     | .     | .     | .     | 1     | 1    |
| <i>Nystalus chacuru</i>      | joão-bobo *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | 1     | 1    |
| Total de vítimas intoxicadas |                 | 24    | 147   | 0     | 198   | 32    | 311   | 74    | 786  |

Legenda: Exp.1 – trigo: marrom pó e Rodamina B; Exp.2 – trigo: marrom pó e Rodamina B em escala comercial; Exp.3 – arroz: marrom pó e Rodamina B; Exp.4 – arroz: marrom pó, Carbosulfan e Rodamina B; Exp.5 – arroz: Carbosulfan marrom líquido e Rodamina B; Exp.6 – trigo: marrom pó, Rodamina B, Mesuro e Carbosulfan; Exp.7 – trigo: marrom pó, marrom líquido, creme e Rodamina B; Ind. – número de indivíduos intoxicados de cada espécie de ave e do total de vítimas; asterisco (\*) indica aves carnívoras; ausência de asterisco indica espécies onívoras-granívoras-insetívoras.

Deve ser ponderado que, como o objetivo comum destes experimentos era testar e desenvolver métodos para mitigar o impacto do envenenamento em aves silvestres, espera-se que o número de vítimas utilizado no cálculo tenha sido subestimado, pois este objetivo foi alcançado (Tabela 26). Entretanto, dois fatores que podem ter superestimado o intervalo de confiança foram: i) a provável ação do pó usado na camuflagem, intoxicando aves carnívoras através de invertebrados envenenados e consumidos e ii) a utilização de sementes de cor creme no sétimo experimento, que não são usuais e foram muito consumidas.

Sabe-se também que a técnica Jack-knife pode superestimar intervalos de confiança, e devido à notável variação do número de vítimas expressa pelos elevados valores de desvio padrão e desvio padrão da média, a atual estimativa de vítimas pode não ser acurada e ou precisa. Magurran (2002) alerta sobre estimativas Jack-knife com número de amostragem menor que 15, devendo ser interpretadas com cautela em contexto ecológico.

Tabela 26 – Síntese dos resultados de 6 experimentos de plantio de trigo e arroz nos quais ocorreram mortes de aves por ingestão de Carbofuran ou Carbosulfan, indicando a efetividade do método de camuflagem de sementes em diminuir o consumo de sementes e a mortalidade de aves

| Exp. | Semente | Variável    | Resultado                   | P        |
|------|---------|-------------|-----------------------------|----------|
| 1    | Trigo   | Consumo     | Camuflagem foi melhor       | 0,015    |
| 4    | Arroz   | Mortalidade | Camuflagem foi melhor       | 0,028    |
| 5    | Arroz   | Mortalidade | Sugerindo camuflagem melhor | não sig. |
| 7    | Trigo   | Mortalidade | Sugerindo camuflagem melhor | não sig. |
| 7    | Trigo   | Consumo     | Sugerindo camuflagem melhor | não sig. |
| 1    | Trigo   | Mortalidade | Sugerindo camuflagem melhor | não sig. |
| 6    | Trigo   | Mortalidade | Sugerindo camuflagem pior   | não sig. |
| 2    | Trigo   | Consumo     | Camuflagem foi pior         | 0,029    |
| 2    | Trigo   | Mortalidade | Camuflagem foi pior         | 0,02     |

Legenda: Exp.1 – trigo: marrom pó e Rodamina B; Exp.2 – trigo: marrom pó e Rodamina B em escala comercial; Exp.4 – arroz: marrom pó, Carbosulfan e Rodamina B; Exp.5 – arroz: Carbosulfan marrom líquido e Rodamina B; Ex.6 – trigo: marrom pó, Rodamina B, Mesurol e Carbosulfan; Exp.7 – trigo: marrom pó, marrom líquido, creme e Rodamina B; p - Probabilidade; não sig. – Homogeneidade entre tratamentos testados nos experimentos.

A capacidade de certas aves de regurgitarem pelotas alimentares quando envenenadas como foi observado em *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó), e suposto em relação a *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto), *Speotyto cunicularia* (buraqueira), *Nothura maculosa* (codorna), *Nystalus chacuru* (joão-bobo) e *Falco sparverius* (quiri-quiri) que apresentaram



sistemas digestivos vazios, mas claros sintomas de envenenamento, pode ser um fator que diminua a mortalidade, como documentado por Pascual *et al.* (1999) para *Columba livia* (pomba-doméstica).

Desta forma, maior número de aves pode ter sido intoxicado, mas devido à regurgitação, conseguiu sobreviver, não se sabe em que condições de saúde. Curiosamente, não foi registrada regurgitação em Columbidae.

Tampouco é conhecido se sobreviventes podem reincidir, ingerindo mais sementes tóxicas ou presas contaminadas, podendo haver envenenamento agudo pelo constante consumo de agrotóxicos (BARON, 1991) e além de mortes, ocorrer alterações comportamentais e disfunções endócrinas, afetando o crescimento, sexualidade e comprometendo a capacidade reprodutiva (COX, 1996). Esta preocupação é importante para predadores que apresentam elevado valor de conservação como determinadas aves, mamíferos, répteis e anfíbios, sendo incerto se animais associam sintomas de envenenamento às presas consumidas, embora haja evidências de que *Columba palumbus* (“wood-pigeon”) evita consumir sementes tratadas com agrotóxicos (M<sup>c</sup>KAY *et al.*, 1999).

### 2.3.5 Experimento de remoção de sementes

#### 2.3.5.1 Remoção de sementes de milho: camufladas, cor natural e com Rodamina B

As médias de sementes consumidas em 1, 3 e 5 dias evidenciam a efetividade dos tratamentos em que as sementes encontravam-se camufladas, evitando o consumo por parte das aves (Tabelas 27, 28 e 29).

Tabela 27 - Remoção de sementes de milho em 1 dia de exposição às aves. As porcentagens referem-se ao número de sementes que foram removidas em relação ao total de sementes de cada tratamento. As médias de remoções estão ranqueadas em ordem crescente de postos médios

| Tratamentos                                      | Trat | $\bar{X}$ | %     |
|--|------|-----------|-------|
| Camuflado com corante pó, cola, água.            | 4    | 0,25      | 1,78  |
| Camuflado com corante pó, água.                  | 3    | 0,41      | 2,97  |
| Camuflado com corante pó, solo, cola, água.      | 6    | 0,75      | 4,76  |
| Camuflado com corante pó, corante líquido, água. | 5    | 0,66      | 5,35  |
| Camuflado com solo, cola e água.                 | 7    | 1,25      | 8,90  |
| Milho vermelho Rodamina B.                       | 2    | 1,83      | 13,09 |
| Milho amarelo natural.                           | 1    | 5,91      | 42,26 |

Legenda: Trat – número do tratamento; % - Porcentagem de sementes removidas;  $\bar{X}$  – Média de remoção.

Três modelos de análise de variância sugeriram que a heterogeneidade entre as médias de consumo acentuou-se com o passar do tempo, como observado em um, três e cinco dias de exposição (Figuras 20, 21 e 25). Tal fato deve-se à maior probabilidade de as aves encontrarem os quadrados à medida que aumentam os dias de exposição e à maior intensidade de consumo de sementes mais visíveis.

1 2 7 5 6 3 4

---

Figura 20 - Representação gráfica da variação da quantidade média de sementes removidas nos tratamentos em 1 dia de exposição. Médias de tratamentos unidas com barras são iguais ao nível de 5% de significância segundo Kruskal-Wallis apresentado na Figura 21. Códigos dos tratamentos na Tabela 27

Houve maior remoção de milho amarelo (natural) em relação ao vermelho Rodamina B. Embora este fato não tenha sido significativo estatisticamente, através desta observação, pode-se explicar o grande consumo de sementes camufladas do tratamento 7, cuja cobertura de solo e cola se desprende ao passar dos dias, expondo a coloração rósea-amarelada do milho (tratado com pouca Rodamina B) à atenção das aves. Provavelmente com um melhor ajuste nas proporções de solo e cola este problema seja sanado.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | * | * | - | * | - |
| 2 |   | - | - | - | - | - |
| 3 |   |   | - | - | - | - |
| 4 |   |   |   | - | - | - |
| 5 |   |   |   |   | - | - |
| 6 |   |   |   |   |   | - |
| 7 |   |   |   |   |   |   |

Figura 21 - Teste sobre remoção de sementes em 1 dia de exposição em campo.

KW:  $H = 12,86$ ;  $p = 0,0453$ ; para 6 gl e 12 repetições. Teste *a posteriori*: 0,05 (\*). Códigos dos tratamentos na Tabela 27

Tabela 28 - Remoção de sementes de milho em 3 dias de exposição às aves. As porcentagens referem-se ao número de sementes que foram removidas em relação ao total de sementes de cada tratamento. As médias de remoções estão ranqueadas em ordem crescente de postos médios

| Tratamentos                                      | Trat | $\bar{X}$ | %     |
|--|------|-----------|-------|
| Camuflado com corante pó, cola, água.            | 4    | 1,41      | 10,11 |
| Camuflado com corante pó, água.                  | 3    | 1,83      | 13,09 |
| Camuflado com corante pó, corante líquido, água. | 5    | 2,16      | 15,47 |
| Camuflado com corante pó, solo, cola, água.      | 6    | 3,33      | 23,80 |
| Milho vermelho Rodamina B.                       | 7    | 8         | 57,14 |
| Camuflado com solo, cola, água.                  | 2    | 8,41      | 60,11 |
| Milho amarelo natural.                           | 1    | 10,41     | 74,40 |

Legenda: Trat – número do tratamento; % - Porcentagem de sementes removidas;  $\bar{X}$  – Média de remoção.

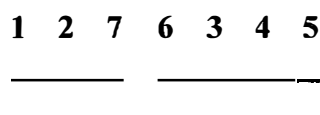


Figura 22 - Representação gráfica da variação da quantidade média de sementes removidas nos tratamentos em 3 dias de exposição. Médias de tratamentos unidas com barras são iguais ao nível de 5% de significância segundo Kruskal-Wallis apresentado na Figura 23. Códigos dos tratamentos na Tabela 28

Notou-se que em a exposição no campo, sementes camufladas que antes possuíam tonalidades semelhantes de cor, com o tempo passaram a apresentar diferentes nuances, entretanto não houve maior ou menor taxa de consumo em decorrência disto. Pode-se supor que não é necessário haver grande similitude de tonalidade entre a coloração das sementes camufladas e a do solo para que haja baixas taxas de consumo.

|   |   |     |     |    |    |    |
|---|---|-----|-----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3   | 4   | 5  | 6  | 7  |
| 1 | - | *** | *** | ** | ** | -  |
| 2 |   | *   | **  | *  | -  | -  |
| 3 |   |     | -   | -  | -  | *  |
| 4 |   |     |     | -  | -  | ** |
| 5 |   |     |     |    | -  | *  |
| 6 |   |     |     |    |    | -  |
| 7 |   |     |     |    |    |    |

Figura 23 - Teste sobre remoção de sementes em 3 dias de exposição em campo.

KW:  $p = 0,0001$ ; para 6 gl e 12 repetições. Teste *a posteriori*: 0,05 (\*); 0,01 (\*\*); 0,001 (\*\*\*). Códigos dos tratamentos na Tabela 28

Tabela 29 - Remoção de sementes de milho em 5 dias de exposição às aves. Porcentagens referem-se ao número de sementes que foram removidas em relação ao total de sementes de cada tratamento. As médias de remoções estão ranqueadas em ordem crescente de postos médios

| Tratamentos                                      | Trat | $\bar{X}$ | %     |
|--|------|-----------|-------|
| Camuflado com corante pó, cola, água.            | 4    | 2         | 21,42 |
| Camuflado com corante pó, água.                  | 3    | 2,18      | 22,61 |
| Camuflado com corante pó, corante líquido, água. | 5    | 2,81      | 26,78 |
| Camuflado com corante pó, solo, cola, água.      | 6    | 4,09      | 35,11 |
| Milho vermelho Rodamina B.                       | 2    | 9,09      | 67,85 |
| Camuflado com solo, cola, água.                  | 7    | 10,09     | 74,40 |
| Milho amarelo natural.                           | 1    | 12,72     | 91,66 |

Legenda: Trat – número do tratamento; % - Porcentagem de sementes removidas;  $\bar{X}$  – Média de remoção.

Diferenças significativas nas remoções de sementes vermelhas tratadas com Rodamina B em relação às sementes camufladas apenas foram detectadas após o terceiro dia de experimentação (Figuras 22 e 23). Comparando-se remoções de sementes vermelhas com camufladas, no terceiro dia constatou-se uma diferença de 47,03 % e, no segundo dia de 46,43 % a mais de sementes vermelhas. Ambas as diferenças foram da ordem de 1% de significância estatística. Estas discrepâncias nos primeiros dias de experimentação são importantes, pois é neste período que ocorre grande parte das germinações das sementes. Vermelho não foi cor repelente como proposto por Avery e Mason (1997) e Nelms e Avery (1997).

As melhores coberturas de camuflagem foram obtidas com os ingredientes: corante pó misturado à água; sendo os usos de corante líquido ou cola opcionais (Tabela 29, Figuras 24 e 25).

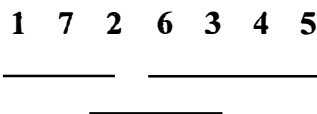


Figura 24 - Representação gráfica da variação da quantidade média de sementes removidas nos tratamentos em 5 dias de exposição. Médias de tratamentos unidas com barras são iguais ao nível de 5% de significância segundo Kruskal-Wallis apresentado na Figura 25. Códigos dos tratamentos na Tabela 29

| 1 | 2 | 3   | 4   | 5   | 6 | 7  |
|---|---|-----|-----|-----|---|----|
| 1 | - | *** | *** | *** | * | -  |
| 2 |   | -   | **  | *   | - | -  |
| 3 |   |     | -   | -   | - | ** |
| 4 |   |     |     | -   | - | ** |
| 5 |   |     |     |     | - | *  |
| 6 |   |     |     |     |   | -  |
| 7 |   |     |     |     |   |    |

Figura 25 - Teste sobre remoção de sementes em 5 dias de exposição em campo.

KW:  $p = 0,0000$ ; para 6 gl e 12 repetições. Teste *a posteriori*: 0,05 (\*); 0,01 (\*\*); 0,001 (\*\*\*). Códigos dos tratamentos na Tabela 29

Considerando o alto grau de exposição das sementes às aves, todos os tratamentos de sementes camufladas foram satisfatórios, exceto o de número 7, composto apenas por solo e cola, em virtude do rompimento da cobertura camuflada.

A heterogeneidade entre tratamentos foi maior nos quadrados carpidos e aplainados (KW:  $H = 410,15$ ;  $gl = 6$ ;  $p = 0,000$ ) em relação à heterogeneidade obtida nos quadrados de superfície irregular (KW:  $H = 167,61$ ;  $gl = 6$ ;  $p = 0,01$ ).

Também houve heterogeneidade na remoção de sementes entre quadrados latinos carpidos e aplainados, nos quais o percentual de remoção foi de 68,29%; em relação àqueles de superfície irregular, cujo percentual de remoção foi de 71,07% (KW:  $H = 55,98$ ;  $gl = 1$ ;  $p = 0,018$ ).

Assim, a heterogeneidade registrada entre tratamentos e entre quadrados latinos de superfície regular e os de superfície irregular corrobora o fato de o solo quando apresenta maior contrastes de luz e sombra, influenciar na taxa de remoções de sementes, potencializando o efeito de camuflagem.

Deve ser ressaltado que a remoção de sementes camufladas certamente teria sido menor, caso 5 quadrados não tivessem sido carpidos (limpos com enxada) e aplainados, expondo sobremaneira as sementes, diferindo do terreno arado, com superfície mais irregular e com maior contraste entre partes iluminadas e sombreadas. Também a alta concentração de sementes por unidade de área e a ação de consumidores orientados olfativamente (roedores), favoreceram o consumo de sementes camufladas, principalmente nos dias três e cinco de verificação.

Outro fator de viés afetando o desaparecimento de sementes camufladas nos últimos dias foi à desorganização das fileiras devido à presença de aves nos quadrados, dificultando

contagens mais acuradas, havendo maior probabilidade de se perder sementes camufladas do que amarelas ou avermelhadas.

Os resultados deste experimento sugerem que o método de camuflagem de sementes deve ser adotado para diminuir a taxa de consumo de sementes e de mortalidade de aves silvestres em plantios de milho.

### 2.3.5.2 Remoção de sementes de arroz: camufladas, cor natural, vermelhas e azuis

Contabilizando a somatória das remoções de sementes do primeiro ao último dia de exposição às aves, a variação nas médias de remoções de sementes entre tratamentos não foi significativa, havendo homogeneidade.

A Tabela 30 revela os valores de remoção de sementes em cada tratamento, indicando que a cor azul resultou em menor taxa de remoção. Embora não significativo a 5%, este resultado apóia a teoria de o azul ser uma cor relativamente menos sugestiva de alimento às aves granívoras como sugerido por Avery *et al.* (1999), Hartley *et al.* (1999, 2000), Brunner e Coman (sem data), ao contrário do vermelho (AVERY; MASON, 1997; NELMS; AVERY, 1997).

Tabela 30 - Remoção de sementes de arroz em 6 dias de exposição às aves. Os valores totais referem-se aos números de sementes que foram removidas em relação à quantidade de sementes em cada tratamento. As porcentagens, médias e variâncias são relativas às remoções

| Tratamento | Camuflado | Natural | Vermelho | Azul   |
|------------|-----------|---------|----------|--------|
| Total      | 552       | 576     | 582      | 476    |
| Percentual | 82,15     | 85,42   | 86,61    | 70,84  |
| Média      | 92        | 96      | 97       | 79,33  |
| Variância  | 762,8     | 550,8   | 520,8    | 997,87 |

Legenda: Camuflado – sementes camufladas com corante líquido industrializado pela Fersol; Natural – sementes brancas; Vermelho – sementes vermelhas simulando Rodamina B; Azul – sementes tingidas com corante azul em pó.

Contudo, tal como no experimento de viveiro, onde houve taxa de consumo de 100%, indicando que as rolinhas tenham se habituado a comer sementes azuis, em dois dos seis dias de experimento em campo houve 100% de consumo de sementes azuis.

A formulação Carbofuran granulada de cor azul tem sido proibida nos Estados Unidos devido à alta mortalidade de aves causada pela ingestão do produto (CANADÁ, 1993).

Estas evidências fazem com que seja demasiado arriscado utilizar a cor azul como repelente para evitar o consumo de sementes envenenadas de milho, trigo e arroz.

A diminuição de contrastes de luz e sombra nos quadrados latinos pode ter afetado decisivamente a remoção de sementes camufladas, pois como comprovado no experimento com milho, irregularidades na superfície do solo potencializam a camuflagem. Sementes conspícuas azuis, cujo efeito é aversivo às aves segundo Avery *et al.* (1999), Hartley *et al.* (1999, 2000), Brunner e Coman (sem data) tornam-se mais evidentes em solo de superfície regular, podendo haver potencialização do suposto aposematismo. Estas discrepâncias de fatores, camuflagem *versus* aposematismo (JORON, 2003) deveriam ser testadas, considerando a irregularidade do solo em cada tratamento. Entretanto, nos plantios de milho, arroz e trigo, utiliza-se usualmente o sistema de plantio direto, no qual abundante matéria orgânica vegetal não decomposta fica sobre o solo ou o plantio indireto, onde o solo é arado e gradeado. Ambos os métodos de plantio propiciam maior grau de irregularidade superficial do solo em relação às condições de solo dos presentes experimentos de remoção, favorecendo a efetividade de sementes camufladas.

Os resultados obtidos não reforçam a utilização da cor azul como repelente para evitar o envenenamento de aves por ingestão de sementes tratadas com Carbofuran.

### **2.3.5.3 Remoção de sementes de trigo, milho e arroz: camuflagem em pó, camuflagem industrializada, cor natural, com Rodamina B e azuis**

As curvas de reflectância espectral das sementes de milho encontram-se na Figura 26.

As Tabelas 31, 32 e 33 apresentam as remoções de sementes de trigo, milho e arroz, respectivamente. Contabilizando a somatória das remoções de sementes do primeiro ao último dia de exposição às aves, a variação nas médias de remoções de sementes entre tratamentos não foi significativa, havendo homogeneidade para todas as três espécies vegetais.

No sexto dia de exposição às aves, detectou-se significativa heterogeneidade apenas nas médias de remoção de milho, havendo maior consumo de sementes de cor natural (KW:  $H = 9,149$ ;  $gl = 4$ ;  $p = 0,05$ ), não havendo consumo de sementes dos demais tratamentos (Tabela 32). As remoções de trigo e arroz entre tratamentos foram homogêneas até o sexto dia, sendo plausível que tais resultados indiquem que a irregularidade do solo é fator importante, determinando a efetividade de camuflagens.

Tabela 31 - Remoção de sementes de trigo em 6 dias de exposição às aves. Os valores totais referem-se aos números de sementes que foram removidas em relação à quantidade de sementes em cada tratamento. As porcentagens, médias e variâncias são relativas às remoções

| Tratamento | Camuflado pó | Camuflado ® | Natural | Rodamina | Azul |
|------------|--------------|-------------|---------|----------|------|
| Total      | 6            | 16          | 86      | 15       | 0    |
| Percentual | 1,78         | 4,76        | 25,59   | 4,46     | 0    |
| Média      | 1,5          | 4           | 21,5    | 3,75     | 0    |
| Variância  | 9            | 8,6         | 327     | 22,91    | 0    |

Legenda: Camuflado pó – sementes camufladas com corante marrom em pó; Camuflado ® – sementes camufladas com corante líquido industrializado pela Fersol; Natural – sementes de trigo em cor natural; Rodamina – sementes tingidas com Rodamina B; Azul – sementes tingidas com corante azul em pó.

As baixas taxas de consumo observadas nas Tabelas 31, 32 e 33 provavelmente são decorrentes: i) da abundante oferta de alimento durante o beneficiamento de milho nos arredores, atraindo muitas aves e ii) da baixa atratividade exercida pelos quadrados latinos, nos quais somente dois tratamentos são reconhecidamente chamativos às aves (Rodamina B, natural). O maior consumo de milho amarelo pode ser consequência da conspicuidade destas sementes para Columbidae, que enxergam entre 402 e 409 nm (Figura 26) e da imagem de busca das aves estarem voltadas para este recurso, farto no momento.

A ausência absoluta de consumo das sementes azuis reforça a teoria de que há aversão ao consumo desta cor, sendo a cor menos preferida, segundo Avery *et al.* (1999), Hartley *et al.* (1999, 2000), Brunner e Coman (sem data), possivelmente ocorrendo aposematismo (JORON, 2003) potencializado pela falta de irregularidades no solo dos quadrados e da elevada reflectância, próxima de 409 nm (Figura 26).

Em trigo e arroz, houve maior consumo de sementes camufladas industrialmente em relação à camuflagem “caseira” promovida pelo corante em pó. Esta pequena diferença não significativa estatisticamente pode ser explicada pelas tonalidades das camuflagens em relação ao solo, cuja cor era mais semelhante à camuflagem não industrializada e pela menor conspicuidade determinada pela menor reflectância (Figura 26) da camuflagem “caseira”. O primeiro experimento de remoção de sementes gerou a suposição de que não seria necessário haver grande similitude de tonalidade entre a coloração das sementes camufladas e a do solo para que houvesse baixas taxas de consumo, porém, a repetição das diferenças de tonalidade influenciando remoções em



dois experimentos sugere que, em grandes escalas de plantio, a cor e a reflectância da camuflagem devem ser similares ao máximo possível, à tonalidade e reflectância do solo, caso contrário, poderá haver risco de mortalidade de aves.

Tabela 32 - Remoção de sementes de milho em 6 dias de exposição às aves. Os valores totais referem-se aos números de sementes que foram removidas em relação à quantidade de sementes em cada tratamento. As porcentagens, médias e variâncias são relativas às remoções

| Tratamento | Camuflado pó | Camuflado ® | Natural | Rodamina | Azul |
|------------|--------------|-------------|---------|----------|------|
| Total      | 0            | 0           | 14      | 0        | 0    |
| Percentual | 0            | 0           | 11,01   | 0        | 0    |
| Média      | 0            | 0           | 9,25    | 0        | 0    |
| Variância  | 0            | 0           | 34,25   | 0        | 0    |

Legenda: Camuflado pó – sementes camufladas com corante marrom em pó; Camuflado ® – sementes camufladas com corante líquido industrializado pela Fersol; Natural – sementes de trigo em cor natural; Rodamina – sementes tingidas com Rodamina B; Azul – sementes tingidas com corante azul em pó.

Do primeiro dia até o sexto dia não houve diferença significativa de remoções de sementes entre as espécies botânicas (trigo, milho e arroz), sugerindo que o comportamento das aves, no que concerne à busca de sementes foi similar em relação a tais culturas de grãos, não havendo preferências alimentares. Podendo-se inferir também, que para realizar testes de remoções de sementes, basta utilizar apenas uma destas espécies.

Tabela 33 - Remoção de sementes de arroz em 6 dias de exposição às aves. Os valores totais referem-se aos números de sementes que foram removidas em relação à quantidade de sementes em cada tratamento. As porcentagens, médias e variâncias são relativas às remoções

| Tratamento | Camuflado pó | Camuflado ® | Natural | Rodamina | Azul |
|------------|--------------|-------------|---------|----------|------|
| Total      | 3            | 19          | 38      | 11       | 0    |
| Percentual | 0,89         | 5,65        | 11,3    | 3,27     | 0    |
| Média      | 0,75         | 4,75        | 9,5     | 2,75     | 0    |
| Variância  | 2,25         | 56,91       | 89,66   | 12,91    | 0    |

Legenda: Camuflado pó – sementes camufladas com corante marrom em pó; Camuflado ® – sementes camufladas com corante líquido industrializado pela Fersol; Natural – sementes de trigo em cor natural; Rodamina – sementes tingidas com Rodamina B; Azul – sementes tingidas com corante azul em pó.

Os resultados obtidos com o experimento de remoções de trigo, milho e arroz indicam que o método de camuflagem de sementes não deve ser utilizado em solos

desprovidos de superfície irregular e rica em matéria orgânica vegetal não decomposta, e também que sementes azuis podem ser alternativas para diminuir o consumo de sementes tratadas com agrotóxicos, quando há abundante fonte alimentar alternativa. Esta sugestão é apoiada pela curva de reflectância das sementes azuis, que são similares às curvas de reflectância das sementes marrons (Figura 26) e dos solos, na faixa visível por Passeriformes (355 a 400 nm).

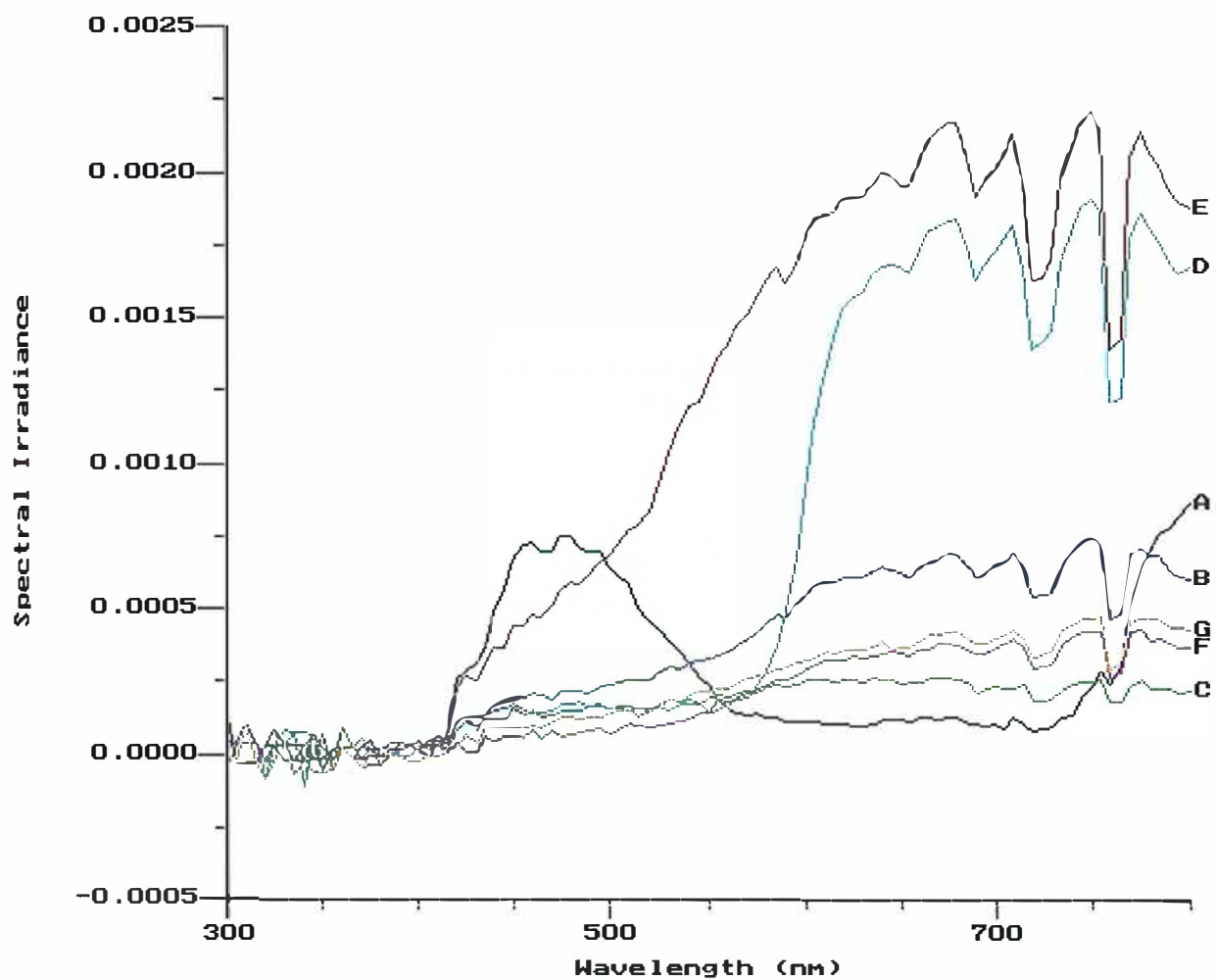


Figura 26 – Curvas de reflectância espectral dos tratamentos de sementes de milho testados no terceiro experimento de remoção de sementes. Onde: Spectral Irradiance – reflectância espectral; Wave length (nm) – comprimento de onda em nanômetros; E – sementes de milho em cor natural; D– sementes tingidas com Rodamina B; A – sementes tingidas com corante azul em pó; B – sementes camufladas com corante líquido industrializado pela Fersol; G – solo rico em matéria orgânica vegetal; F – solo pobre em matéria orgânica; C – sementes camufladas com corante marrom em pó.

A figura 26 revelou que todas as curvas de reflectância foram semelhantes entre 355 e 400 nm, havendo baixa amplitude entre e dentro dos tratamentos. Entre 405 e 410 nm, destacaram-se devido maiores reflectâncias, as sementes amarelas (naturais), azuis e as vermelhas. Assim a análise radiométrica das sementes e dos solos mostrou que a cor marrom (HARTLEY *et al.*, 2000) e o corante em pó, rico em óxido de ferro, diminuem a reflectância espectral de sementes nos comprimentos de onda visíveis por Columbiformes (HART, 2001), tornando-a semelhante às curvas de reflectância dos solos (DEMATTE *et al.*, 2003; ESPIG *et al.*, 2005), fato que explica a baixa conspicuidade das sementes camufladas em relação às sementes amarelas ou coradas com Rodamina B, que apresentaram maiores reflectâncias na faixa de comprimento de onda visível pelas espécies da Família Columbidae, as principais vítimas pelo consumo de sementes tratadas com Carbofuran.

### **2.3.6 Experimento na máquina de tratamento de sementes**

Para realizar sete experimentos de plantio, foram utilizadas máquinas convencionais de tratamento de sementes da empresa FMC. Em todas estas oportunidades o processo de camuflagem de sementes com corante em pó ou líquido foi realizado com facilidade, não havendo problemas de funcionamento das máquinas e ou mau recobrimento e aglutinação das sementes pela camuflagem, exceto pela calda Carbosulfan líquida fabricada pela FMC (Marshal 25 ST Brown), que apresentou recobrimento irregular da camuflagem na proporção de 3 kg para 100 kg de sementes. Entretanto, apesar de máquinas FMC não apresentarem problemas em tratar sementes com corante em pó ou líquido concomitantemente com a calda de Carbofuran e Rodamina B, devido à presença da última, as coberturas camufladas não ficaram satisfatórias quanto à coloração.

Desta forma, havendo Rodamina B é necessário realizar dois tratamentos mecânicos. Primeiro para aplicar a calda Carbofuran e quando esta secar, aplicar coberturas camufladas com corantes em pó e ou líquido. Utilizando-se Carbofuran sem Rodamina B, pode-se aplicar a cobertura camuflada concomitantemente, sem haver necessidade de dois tratamentos.

A utilização de corantes líquidos (marca Xadrez) nas cores vermelha, preto e amarelo, nas proporções 6:2:1 ou 12:5:1, perfazendo 4 kg de mistura colorida para 100 kg de sementes de arroz previamente tratadas com calda Carbofuran e Rodamina B revelou-se satisfatória no tratamento de 150 kg de sementes na máquina FMC. Não havendo aglutinação ou cobertura

heterogênea. Estas sementes em campo foram submetidas a dois dias de chuva e como resultado, a cobertura camuflada líquida permaneceu com uma ligeira mudança de tonalidade, enquanto que a cobertura da calda com Rodamina B, em 150 kg de sementes foi lavada, deixando as sementes com a cor branca, original do arroz.

A máquina da Fersol habitualmente utilizada no recobrimento de sementes apenas com Ralzer, executou de maneira satisfatória o tratamento utilizando-se a mistura de pó Xadrez, Ralzer modificado e água. Contudo, a princípio foi utilizada pequena quantidade de água (1,0 litro para 2,0 litros de Ralzer e 1,9 kg de corante), resultando na cobertura parcial dos grãos de milho. O problema que resolvido quando se utilizou 1,5 litro de água para 2,0 litros de Ralzer e 1,9 kg de pó corante. As sementes ficaram satisfatórias quanto à coloração, textura e adesão da camuflagem. Não houve aglutinação ou cobertura heterogênea.

O processo de camuflagem de sementes é facilmente realizado com as máquinas usuais de tratamento de sementes com calda de Carbofuran, não havendo necessidade de adaptações mecânicas ou alterações nos ingredientes das coberturas camufladas testadas.

## **2.4 Discussão**

### **2.4.1 Obtenção de camuflagens**

No que concerne à coloração de camuflagens de sementes previamente tratadas com Rodamina B, quanto mais claro for o solo, tendendo ao alaranjado ou amarelo, há necessidade de maior quantidade de corantes em pó de cores amarela e vermelha para que se consiga esconder a coloração avermelhada da Rodamina B. Sendo o solo mais escuro, menor quantidade de corante em pó é necessária, bastando utilização do pó corante marrom que esconde com relativa facilidade a cor da Rodamina B ao mesmo tempo em que atribui cobertura camuflada às sementes.

A quantidade de corante utilizada para camuflagens variou em função da quantidade e concentração da Rodamina B contida na calda de Carbofuran (Ralzer), sendo necessária maior quantidade de corante para alterar a cor do Ralzer original. Desta forma, como caldas camufladas atendem o Decreto Federal N° 4074 de 4 de janeiro de 2002, podendo servir como sinalizadoras de sementes tratadas com pesticidas, para economizar recursos durante o processo de

camuflagem recomenda-se a abolição do uso da Rodamina B, cuja cor é atrativa às aves causando mortalidade.

Para camuflar sementes previamente tratadas com calda de Carbofuran, melhores resultados foram obtidos utilizando cola branca na mistura, pois assim foram evitados danos na cobertura camuflada em virtude do transporte e manuseio das sementes.

O emprego do solo seco e peneirado em granulometria fina, como ingrediente auxiliar na camuflagem, torna a superfície das sementes mais rugosa, modifica sutilmente o formato dos grãos e faz a cor da camuflagem ser mais semelhante à da terra. Estes aspectos contribuem para que, em teoria, esta camuflagem seja a melhor dentre as desenvolvidas, podendo ser encorajada para pequenos plantios. Contudo, esta alternativa é trabalhosa e por isso, pouco atrativa para grandes plantios em escala comercial, tal como a utilização apenas do solo, água e cola para camuflar sementes.

O processo de camuflagem de sementes não tratadas previamente com a calda de Carbofuran (Ralzer) foi mais simples, pois ao se acrescentar ingredientes das camuflagens no Ralzer, a substância adesiva que se encontra diluída no mesmo é aproveitada para a fixação da cobertura camuflada.

Agricultores que queiram, em pequena escala, camuflar sementes podem consegui-lo sem necessidade de maquinário industrial. Seguindo os métodos aqui descritos e utilizando caldas comerciais de Carbofuran comuns com ou sem Rodamina B, é possível obter camuflagens com baixo custo financeiro e operacional.

#### **2.4.2 Experimentos em viveiro**

Sementes azuis e o repelente Panoctine não foram formas eficientes de evitar o consumo de sementes por rolinhas. As menores taxas de ingestão foram obtidas com sementes peletizadas, sementes camufladas e com o repelente Mesurol.

Sementes peletizadas podem ser uma alternativa de controle adequada, embora apresentem alto custo operacional e financeiro para serem obtidas. Pesquisas em campos agrícolas verificando remoção de sementes, bem como avaliações de custo relativo à efetividade do método devem ser realizadas.

A efetividade das sementes peletizadas deve-se provavelmente: i) a neofobia, ou relutância de aves em ingerirem novas formas de alimento (THOMAS *et al.*, 2004); ii) à

ausência de imagem de busca por alimentos semelhantes às sementes peletizadas (FUTUYMA, 1992) e iii) ao maior gasto energético para ingerir grãos maiores e quebrar o invólucro (AVERY, 2002).

O baixo índice de consumo das sementes marrons possivelmente não deve ser atribuído apenas ao efeito camuflagem, pois tem sido observado que em solos sem matéria orgânica e irregularidades superficiais, o método de camuflagem de sementes tem sua efetividade diminuída. Ademais, sementes marrons não foram oferecidas espalhadas pelo solo, mas sim concentradas em quadrados, fato que as tornava conspícuas. Plausivelmente neofobia alimentar, ausência de imagem de busca e de contraste com o solo (CUTHILL *et al.*, 2005) foram fatores que influenciaram o resultado para sementes marrons, mas não para sementes azuis que foram consumidas em totalidade.

Por que sementes marrons, uma cor familiar às aves Columbidae que ingerem pequenas pedras desta cor poderiam ter suscitado aversão, ao passo que sementes azuis, sugerindo aposematismo foram consumidas? Provavelmente porque a cor marrom não foi associada à alimentação, mas sim ao solo ou pequenas pedras e a cor azul teria sido inusitada e, em demasia conspícua devido ao seu contraste em relação ao solo (CUTHILL *et al.*, 2005). Assim, apesar de inicial aversão, ao longo dos dias de exposição das sementes chamativas, aves foram se habituando a ingerir sementes azuis, tal como observado por Hartley *et al.* (1999). Se correta, esta hipótese tem importante aplicação, pois não apóia o uso de sementes azuis para evitar mortalidade de aves que ingerem sementes tratadas com agrotóxicos em áreas de plantio, divergindo de Hartley *et al.* (1999, 2000) e Avery (1999) que aconselham o uso de sementes azuis.

Embora citado como substância repelente (LUND, 1973; SVENSSON, 1975; AVERY, 2002) Panoctine não apresentou bons resultados para evitar consumo de sementes, ao contrário do Mesurol, que é conhecido como repelente primário (BAUR; JACKSON, 1981) e secundário segundo Avery (2002), Sayre e Clark (2001).

Resultados obtidos com Mesurol neste estudo foram congruentes com a literatura (BAUR; JACKSON, 1981; AVERY; MASON, 1997; NELMS; AVERY, 1997; AVERY *et al.*, 2001) que o cita como eficiente repelente, porém não como repelente secundário, tanto porque não foram observados sintomas de vômito e paralisia temporária, como devido ao baixo número de sementes removidas nos quadrados. Repelentes secundários são funcionais porque causam

injúrias quando em processo digestivo, por isso seria esperado que maior número de sementes fosse removido dos quadrados, até que os sintomas decorrentes do Mesurol fossem percebidos e associados ao alimento consumido.

Um potente repelente primário seria uma alternativa para mitigar a mortalidade de aves, se conseguisse evitar a ingestão de uma única semente tratada com Carbofuran e, em cativeiro, resultados obtidos com Mesurol sugeriram efetividade em seu uso, apesar do elevado custo financeiro (NELMS; AVERY, 1997).

Em busca de substâncias repelentes, resultados obtidos com o Mesurol foram tão encorajadores de se realizar experimentos de plantio quanto os do inseticida e fungicida Carbosulfan, o qual embora tenha causado 33% de mortalidade na população submetida ao experimento e infligido sofrimento a estas vítimas, poderia ser alternativa se substituísse o Carbofuran no tratamento de sementes, porque possivelmente causaria menor mortalidade e em alguns casos agiria como repelente secundário.

O corante Rodamina B, embora seja de baixo custo financeiro e apresente alto rendimento de pigmentação, foi tóxico para pardais, causando mortes e para codornas-japonesas, provocando descalcificação de ovos. Em adição, tem sido observado neste estudo que sua cor não é aversiva como proposto por Avery e Mason (1997), Nelms e Avery (1997), contrastando na superfície do solo, sendo conspícua, e por isso atrativa às aves (CUTHILL *et al.*, 2005). Portanto, o uso da Rodamina B deve ser abolido. Se sementes tratadas com agrotóxicos devem, pelo Decreto Federal Brasileiro nº 4.074 de 2002, receber coloração diferenciada da natural, como tentativa de se evitar consumos acidentais; os presentes experimentos realizados em cativeiro indicam que a coloração deve ser aquela atribuída pela camuflagem, geralmente o marrom, cor apoiada também por Hartley *et al.* (1999; 2000).

### **2.4.3 Experimentos de germinação**

A cobertura camuflada quer seja adquirida com os corantes em pó, corantes líquidos e ou associada à cola branca, não afetou negativamente a germinação de sementes de trigo, milho e arroz. Embora alguns corantes em pó (cores laranja, azul e amarelo) tenham sido associados a menores taxas de germinação, outro grupo de corantes (preto, vermelho, ocre, marrom), provavelmente porque atuaram como oferta de micronutriente, disponível em óxidos de ferro (TAIZ e ZEIGER, 2004), anularam a ação negativa do primeiro grupo de corantes. Desta forma,

havendo necessidade de utilizar corantes do primeiro grupo, aconselha-se associação de corantes do segundo grupo. Por exemplo, para camuflar sementes previamente tratadas com Rodamina B, destinadas a plantio em solo de cor clara, é recomendado equacionar corantes amarelo e vermelho, de maneira que o corante vermelho predomine em concentração.

A calda de Carbofuran (Ralzer com Rodamina B) e o fungicida utilizado pela Fersol Indústria e Comércio Ltda. afetaram negativamente a germinação de sementes de milho, mas a associação de tais compostos ao corante em pó marrom aumentou as taxas de germinação.

#### **2.4.4 Experimentos de plantio**

Considerando as variáveis: “consumo de sementes” e “mortalidade de aves” no experimento de plantio 2 (trigo: camuflagem, Rodamina B), o método de camuflagem de sementes foi significativamente pior, sendo as sementes camufladas mais consumidas, causando mais mortes de aves. Também no experimento 6 (trigo: Rodamina B, Carbosulfan, Camuflagem, Mesurol), embora não significativo estatisticamente, o resultado sugere que o método de camuflagem foi pior que os demais tratamentos na tentativa de mitigar a mortalidade de aves.

Resultados significativamente favoráveis ao uso do método de camuflagem de sementes foram obtidos no experimento 1 (trigo: camuflagem, Rodamina B) quanto ao consumo de sementes e no experimento 4 (arroz: camuflagem, Rodamina B) no que concerne à mortalidade de aves.

Apoiaram a efetividade do método de camuflagem de sementes, apesar dos resultados homogêneos entre tratamentos quanto ao consumo de sementes, os experimentos: 1 e 7 (trigo: marrom pó, marrom líquido, creme e Rodamina B).

Em relação à mortalidade de aves, apesar da homogeneidade dos resultados entre tratamentos, o método de camuflagem de sementes foi apoiado pelos experimentos: 4 e 5 (arroz: Carbosulfan camuflado, Rodamina B) e 7. Uma síntese dos resultados dos experimentos de plantio como fatores de mitigação e influenciando na avaliação de impacto ambiental encontra-se na Tabela 26.

Ponderando sobre resultados obtidos nos 6 experimentos, a camuflagem de sementes é um método de mitigação de mortalidade de aves que pode ter seu uso encorajado, havendo razoáveis perspectivas de êxito, contudo certos aspectos desfavoráveis influenciaram resultados e devem ser levados em consideração por agricultores, sendo eles: i) grandes concentrações de



aves no entorno imediato; ii) movimentação de máquinas e outras operações agrícolas; iii) regulagem das plantadeiras; iv) presença de raízes, madeira, touças e depressões superficiais no solo, prejudicando o enterramento de sementes; v) liberação de sementes sob solo compactado e ou desprovido de matéria orgânica em sua superfície.

No experimento 2, um plantio já colhido de arroz adjacente à área recém-plantada, ainda oferecendo alimentação concentrou grande número de aves cuja pressão de forrageio não foi mitigada pelo método de camuflagem em proporções aceitáveis de mortalidade. Foram observados exercendo notável atratividade às aves, plantios de arroz, milho e canaviais, os últimos especificamente concentrando avoantes *Zenaida auriculata* em busca de abrigo para pernoite e local de nidificação. Assim, havendo grandes concentrações de aves utilizando o entorno imediato de áreas onde se pretende plantar, deve-se retardar o início do plantio ou eliminar a causa da atratividade das aves, até que a densidade de aves diminua.

Durante o experimento 6, aves se concentraram nos tratamentos distantes das estradas por onde máquinas agrícolas se movimentavam, portanto enquanto houver sementes recém-plantadas, a utilização de máquinas deve ser realizado de maneira que não espante aves para áreas nas quais haja exposição de sementes.

Sobretudo em áreas agrícolas recém-desbravadas, como no experimento 3, a abundância de restos vegetais como raízes, touças, galhos e troncos atrapalha o enterramento das sementes, fazendo com que muitas fiquem perigosamente expostas às aves. Sabe-se também que, com a justificativa de maior taxa de germinação, agricultores regulam máquinas plantadeiras para que sementes sejam enterradas a poucos centímetros (~ 5 cm) do solo. Somam-se a este fato os mencionados restos vegetais e depressões no terreno como causas que contribuem para o enterramento incompleto e demasiada exposição de sementes envenenadas na superfície do solo, representando perigo à fauna.

Foi observado que um descuido comum de operadores de plantadeiras era manobrar máquinas liberando sementes, o que expõem grande número delas fora da área de plantio, geralmente em estradas de solo compactado e desprovido de matéria orgânica vegetal não decomposta, exibindo maior reflectância (FREIRE e BASTOS, 1998; DEMATTÊ *et al.*, 2003; ESPIG *et al.*, 2005) o que significa menos contrastes de sombra e luz e maior conspicuidade das sementes envenenadas às aves, por isso foi freqüente o registro de muitas mortes nas estradas.

Fatores que justificam o relativo sucesso do método de camuflagem de sementes foram: a cor e a superfície rugosa das coberturas, contemplando os aspectos arrolados por Frankel *et al.* (2004): i) combinar com o cenário de fundo; ii) evitar contrastes; iii) evitar contornos bem definidos; pois o formato arredondado das sementes é semelhante a torrões de terra e a superfície rugosa evita a definição de contornos. A cor marrom (HARTLEY *et al.*, 2000) e o corante em pó, rico em óxido de ferro, diminuem a reflectância espectral (DEMATTE *et al.*, 2003; ESPIG *et al.*, 2005) das sementes nos comprimentos de onda visíveis por Passeriformes e Columbidae (HART, 2001), tornando-a semelhante à reflectância do solo, e em adição, a cor marrom apresenta brilho significativamente menor do que o vermelho, sendo menos conspícua (SCHIMIDT *et al.*, 2004).

Desta forma, em relação à cor avermelhada da Rodamina B, que não se mostrou aversiva como sugerido por Avery e Mason (1997), Nelms e Avery (1997), mas sim atrativa como apoiado por Schimidt *et al.* (2004); Cuthill *et al.* (2005) e em relação à cor creme, original da calda de Carbofuran sem Rodamina B, há maior probabilidade de aves detectarem e ingerirem menos sementes camufladas, como sugere a literatura e experimentos de plantio. Embora menções sobre a cor creme não tenham sido encontradas na literatura, o comportamento espectral desta cor, nos comprimentos de onda visíveis pelas aves, deve ser semelhante aos do amarelo e laranja (SCHIMIDT *et al.*, 2004) que são contrastantes e conspícuos. Se sementes de cor creme não apresentassem elevado índice de consumo pelas aves, poderiam representar alternativa de baixo custo operacional e financeiro aos agricultores e indústrias de agrotóxicos.

Apesar da homogeneidade estatística no experimento 7, entre consumo de sementes marrons camufladas com corante líquido e camufladas com corante em pó, a rugosidade superficial da camuflagem obtida pelo corante em pó é aspecto de grande importância diminuindo brilho (contraste) e contornos apoiado pela literatura (FRANKEL *et al.*, 2004; SCHIMIDT *et al.*, 2004; CUTHILL *et al.*, 2005). A camuflagem feita apenas com corante em pó, apesar do baixo custo operacional e financeiro, e de sua resistência às chuvas como visto no experimento 3, foi a principal suspeita pelo envenenamento de aves insetívoras nos experimentos 1, 2 e 7. Para que as vantagens da camuflagem com corante em pó sejam mantidas, sem haver envenenamento de artrópodes e aves insetívoras, o acréscimo de substância adesiva ao pó é uma solução que foi testada neste estudo quanto à germinação e remoção de sementes, gerando resultados positivos.

O inseticida e fungicida Carbosulfan, por ser menos tóxico que o Carbofuran representa uma forma de baixar os índices de mortalidade, embora sua possível ação como repelente gustativo não tenha sido verificada. A associação entre Carbosulfan e camuflagem representou uma alternativa efetiva para diminuir a mortalidade de aves, contudo, deve ser ponderado o fato de esta associação possibilitar que aves afetadas e por isso, muito vulneráveis a ataques de predadores, alcancem locais de abrigo da fauna silvestre, tais como fragmentos florestais, ocultos ao público e às críticas. Desta maneira, envenenamentos podem afetar mais diretamente a fauna florestal predadora com grande valor de conservação, possivelmente causando maior impacto ambiental. Estes aspectos são contra-indicadores da referida associação e daquelas que utilizem agrotóxicos até 20 vezes menos tóxicos do que o Carbofuran ( $LD_{50} = 8$  a  $12$  mg / kg), como o Carbosulfan ( $LD_{50} = 212$  mg / kg).

Os resultados obtidos com Mesurol e Carbofuran indicam que o primeiro é um fraco repelente primário ou é repelente secundário, como citado por Sayre e Clark (2001) e Avery (2002), e inadequado para baixar níveis de mortalidade de aves, porque a ingestão de apenas uma semente envenenada com Carbofuran, estando esta ainda no papo é capaz de matar uma pomba pesando entre 40 g e 120 g ( $n = 73$  mortes, experimentos 1, 2 e 4), não havendo assim, tempo para ocorrer aprendizado por parte das aves sobre a inadequação do alimento tóxico. Contudo, a associação de Mesurol a um agrotóxico mais fraco como o Carbosulfan poderia em tese gerar resultados promissores, hipótese esta que carece de constatação. Com Carbosulfan, os números mínimos de sementes na altura do papo, suficientes para matar uma avoante foram 6 e 7, havendo 4 casos registrados no experimento 4, esta observação reforça a tese acima e a necessidade de mais pesquisas.

O expressivo impacto ambiental decorrente dos experimentos de plantio, apesar de estimado de maneira pouco acurada através da técnica Jack-knife, reflete a elevada variabilidade numérica encontrada e pode ser considerado um alerta para que mais avaliações de impactos sejam conduzidas e estendidas aos predadores de aves e aos fragmentos florestais inseridos na matriz agrícola, sobremaneira nas regiões produtoras de grãos que albergam grandes populações de aves como no sudoeste do estado de São Paulo e norte do Paraná.

O impacto ambiental da intoxicação por agrotóxicos sobre assembléias de aves afetou duas categorias ecológicas ou guildas: 98% dos indivíduos foram aves onívoras-granívoras-insetívoras, as quais representaram 60% do total de espécies atingidas. Aves carnívoras-

insetívoras intoxicadas, embora sejam testemunhas que o impacto ambiental atinge alto nível na teia trófica, são espécies amplamente comuns e com pouca prioridade de conservação no que concerne à raridade dos *taxa*, vulnerabilidade e exigência a recursos ambientais, tal como as referidas espécies de onívoros. Contudo, carnívoros e onívoros contribuem para o equilíbrio ecológico, reconhecidamente frágil em ecossistemas agrícolas, consumindo espécies daninhas e pragas como a pomba avoante (*Zenaida auriculata*); assim estes agrotóxicos indiretamente são agentes de desequilíbrio, eliminando inimigos naturais responsáveis pelo controle biológico.

Utilizando as avaliações para o ano de 2005 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005) onde eram esperados plantios da ordem 3.905.090 hectares de arroz (dos quais 50% são de arroz de sequeiro), 8.810.343 hectares de milho, 2.623.704 hectares de trigo; e empregando o intervalo de confiança gerado pela técnica Jack-knife, a mortalidade de aves possível para o Brasil, contabilizando as três culturas poderia estar entre: 22.924.538 e 77.056.570 indivíduos. Embora o resultado de tal estimativa não seja preciso e/ou acurado a ponto de fornecer níveis de significância, por situar-se em intervalo expressivo de mortalidade, ele reflete a necessidade de haver amostragens sequenciais e estratificadas em função das espécies de grãos e das regiões produtoras, permitindo avaliações de impacto ambiental e monitoramentos que fundamentariam mais medidas adequadas de mitigação e conservação, além da camuflagem de sementes tratadas com agrotóxicos.

O declínio populacional de diversas espécies de aves em áreas agrícolas na Europa tem como o principal suspeito o aumento do uso de pesticidas (M<sup>o</sup>KAY *et al.*, 1999; VICKERY *et al.*, 2002), portanto em virtude da constatação do presente impacto ambiental causado por intoxicação de aves, pesquisas no Brasil devem ser intensificadas para avaliar a magnitude da ação dos agrotóxicos em intoxicações primárias e secundárias na fauna.

Elevadas taxas de mortalidade de aves verificadas durante os experimentos de plantio confirmaram para o Brasil alertas encontrados na literatura científica estrangeira sobre o impacto negativo do Carbofuran em aves silvestres. A problemática é grave e esforços devem ser dirigidos para resolvê-la; possivelmente tornando proibido o uso de Carbofuran, certamente proibindo o uso da Rodamina B, tornando a fiscalização mais eficiente e aumentando avaliações de impactos ambientais, como sugerido acima.

Maior atenção deve ser dada pelo Governo Federal, pois o uso do Carbofuran e da Rodamina B é conflitante com artigo sexto da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que proíbe o

registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, cujas características causem danos ao meio ambiente.

#### 2.4.5 Experimentos de remoção de sementes

Os resultados obtidos em três experimentos de remoção de sementes sugerem a atuação decisiva de diversos fatores influenciando no processo de detecção, eleição e consumo de sementes por aves. Fatores que comprovadamente influenciaram nos resultados foram: i) habituação em ingerir novas formas de alimentos, a exemplo de sementes azuis e marrons; ii) fontes alimentares alternativas exercendo atração e desenvolvendo imagem de busca específica para o item alimentar abundante e fácil de capturar, como o milho amarelo sendo beneficiado na proximidade; iii) ocorrência de matéria orgânica vegetal não decomposta na superfície do solo, diminuindo a conspicuidade de sementes marrons, tornando-as efetivamente camufladas.

Apesar de não terem sido detectadas, certamente diferenças comportamentais entre espécies que consumiram sementes representaram fontes de viés nos resultados, refletindo preferências alimentares das espécies mais freqüentes e abundantes forrageando em cada experimento. Diferenças comportamentais são responsáveis pela dificuldade de se desenvolver um método universal para evitar a intoxicação de aves silvestres (HARTLEY *et al.* 1999).

Em relação a sementes amarelas e vermelhas de Rodamina B, sementes marrons podem ser menos atrativas (experimento 1), entretanto, sementes marrons tornam-se efetivamente camufladas quando plantadas em solo cuja superfície seja irregular pela profusão de matéria orgânica vegetal não decomposta (experimento 1). Provavelmente concorrem para este fato: i) ausência de imagem de busca (FUTUYMA 1992) para sementes marrons; ii) menor conspicuidade destas sementes no que concerne ao contraste e a indefinição visual de contornos (SCHIMIDT *et al.*, 2004; CUTHILL *et al.*, 2005); iii) reflectância semelhante a do solo (FREIRE e BASTOS, 1998; DEMATTÊ *et al.*, 2003; ESPIG *et al.*, 2005); iv) maior gasto energético para localizar sementes da cor do solo, de acordo com o teorema do forrageio ótimo (AVERY 2002) e v) menor atratividade exercida pela cor marrom (HARTLEY *et al.*, 1999; 2000).

A cor vermelha não se revelou aversiva, contestando alguns autores (AVERY; MASON, 1997; NELMS; AVERY, 1997), foram tão consumidas quanto as naturais (experimentos 1 e 3).

A menor atratividade sugerida para a cor azul segundo Avery *et al.* (1999), Hartley *et al.* (1999, 2000), Brunner e Coman (sem data) não foi significativamente constatada em relação à cor marrom (experimentos 2 e 3), sugerindo que o aposematismo (JORON, 2003) e a neofobia (THOMAS *et al.*, 2004) possivelmente representados pela cor azul; e a economia de energia decorrente da dificuldade em localizar sementes marrons (AVERY 2002) exerceram importância semelhante na seleção de itens alimentares pelas aves durante os experimentos.

Foi verificado que tanto aves podem evitar consumir sementes marrons e azuis, quanto podem se habituar a ingerir ambas em proporções similares, havendo consumo de sementes marrons um pouco maior. Como a camuflagem de sementes marrons é potencializada pelos métodos de plantios usuais, devido à presença de matéria vegetal não decomposta no plantio direto ou devido à lavragem da terra no plantio tradicional, o método de camuflagem de sementes seria mais adequado para evitar o consumo por aves de sementes tratadas segundo os conhecimentos atuais.

Pesquisas testando consumo de sementes azuis em solo de superfície irregular são necessárias para saber se seriam mais ou menos eficientes em relação às sementes camufladas, todavia a proibição do Carbofuran de formulação granulada, no estado da Virginia (EUA) em 1991, devido à alta mortalidade de aves causada pela ingestão direta do produto (CANADÁ, 1993) é claro indício de risco no uso da cor azul como repelente para evitar o consumo de sementes envenenadas de milho, trigo e arroz.

O Carbofuran em formulação granular é comercializado em grãos azuis, de granulometria pouco maior do que grãos de areia, sendo lançado geralmente de aviões na superfície do solo lavrado, ficando exposto. Devido a danos à vida silvestre, particularmente às aves, em 1998 o Canadá também proibiu o uso do Carbofuran granular.

Resultados do experimento de remoção de sementes que simulou plantio de milho de modo direto, ou seja, solo não lavrado, com matéria orgânica vegetal não decomposta em sua superfície, foram congruentes à comunicação pessoal do Engenheiro Agrônomo da Fersol Indústria e Comércio Ltda., sobre resultados positivos da camuflagem industrial Ralzer 350 TS, sem Rodamina B. Segundo Florindo Orsi Júnior, desde o início da comercialização do produto a partir de 2003 em culturas de arroz e milho, nenhum caso de mortalidade de aves foi associado às áreas de plantio de sementes camufladas.

### 3 CONCLUSÕES

1) O método de camuflagem de sementes tratadas com agrotóxicos deve ser incentivado por representar baixo custo operacional e financeiro, não ofender preceitos humanitários, não prejudicar a germinação, ter sido efetivo em diminuir o consumo em experimentos de cativeiro e de remoção de sementes, ter mitigado o impacto de mortalidade de aves silvestres em experimentos de plantio; adaptando-se facilmente às máquinas e ao processo usual de tratamento de sementes.

2) Demais métodos de controle testados: sementes azuis aversivas, sementes de cor creme, repelentes gustativos como Panocrine, Carbosulfan e Mesurol, comparativamente não foram mais eficazes que o método de camuflagem de sementes para evitar mortalidade de aves silvestres. Pelo contrário, considerando preceitos humanitários e resultados favoráveis registrados em experimentos de plantio e de remoção de sementes, a camuflagem foi o melhor método de mitigação.

3) O corante Rodamina B foi tóxico para pardais, causando mortes e para codornas-japonesas, provocando descalcificação de ovos. Em adição, sua cor foi altamente atrativa às aves, provocando altas taxas de consumo de sementes tratadas com Carbofuran e proporcional mortalidade de aves silvestres. Portanto, o uso da Rodamina B deve ser abolido. Se sementes tratadas com agrotóxicos devem por lei receber coloração diferenciada da natural, evitando-se o consumo acidental por humanos; esta coloração deve ser aquela atribuída pela camuflagem.

4) Em relação às sementes camufladas, sementes aposemáticas azuis apresentaram similar eficiência em experimentos de remoção de sementes. Entretanto, experimentos de consumo em cativeiro, de remoção de sementes e proibições do Canadá e estado da Virgínia (USA) da formulação granulada de cor azul do Carbofuran, indicam que sementes azuis não constituem método seguro de mitigação de mortalidade de aves. Pesquisas de plantio devem ser realizadas.

5) A associação entre Carbosulfan e camuflagem representou uma alternativa efetiva para diminuir a mortalidade de aves que não deve ser incentivada sem haver adequada avaliação de impacto ambiental nos habitats florestais adjacentes aos plantios.

6) Carbosulfan não apresentou efetividade como repelente gustativo.

7) Panoctine não foi eficiente repelente gustativo, por isso não é uma alternativa adequada de mitigação de impacto.

8) Metilcarbamato (Methiocarb) como repelente não foi eficiente método de mitigação devido à elevada toxicidade das sementes tratadas com Carbofuran.

9) Peletização de sementes pode ser uma alternativa de mitigação adequada, embora demande alto custo operacional e financeiro para ser obtida. Pesquisas verificando a remoção de sementes, bem como avaliações de custo relativo à efetividade do método devem ser realizadas.

10) Considerando a experimentação de material, experimentos de plantio e de remoção de sementes, os melhores ingredientes e combinações de ingredientes para obtenção de coberturas camufladas foram: i) corante pó, cola branca e água; ii) corante pó e água; iii) corante pó, solo e água; iv) corante pó, corante líquido e água.

11) A utilização de camuflagem apenas com corante em pó deve ser evitada, por implicar alto risco de envenenamento de artrópodes e da fauna insetívora.

12) A cobertura camuflada, seja com os corantes em pó ou líquido e ou associada à cola branca, não afetou negativamente a germinação de sementes.

14) Em experimentos de plantio, verificaram-se impactos ambientais de elevada magnitude, confirmando-se para o Brasil alertas encontrados na literatura científica estrangeira que predizem mortalidade em diversos níveis da teia alimentar. Avaliações de impactos ambientais e monitoramentos devem ser realizados em conjunto com fiscalização mais efetiva.



## REFERÊNCIAS

ALVES-FILHO, J. P. **Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos.** São Paulo: Annablume, Fapesp, 2002. 188p.

ALVES-FILHO, J. P. Receituário Agronômico: a construção de um instrumento de apoio à gestão dos agrotóxicos e sua controvérsia. In: ABRAMOVAY, R. (org.). **Construindo a ciência ambiental.** São Paulo: Annablume – Fapesp, 2005. p. 205 – 234.

AMERICAN BIRD CONSERVANCY. Pesticides. Disponível em: <<http://www.abcbirds.org>>. Acesso em: 22 abr. 2005.

AVERY, M. L. Avian repellents. In: PLIMER, J. R. (Ed.). **Encyclopedia of Agrochemicals.** John Wiley, Hoboken, New Jersey, USA: 2002. v. 1, p. 122-128.

AVERY, M. L.; MASON, J. R. Feeding responses of red-winged blackbirds to multisensory repellents. **Crop Protection**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 159-164, 1997.

AVERY, M. L.; SCHREIBER, C. L.; DECKER, D.G. Fruit sugar preferences of house finches. **Willson Bulletin**, Ohio, v. 111, n. 1, p. 84-88, 1999a.

AVERY, M. L.; TILLMAN, E. A.; LAUKERT, C. C. Evaluation of chemical repellents for reducing crop damage by Dickcissels in Venezuela. **International Journal of Pest Management**, London, v. 47, n. 4, p. 311-314, 2001.

AVERY, M. L.; HUMPHERY, J. S.; DECKER, D. G.; MCGRANE, A. P. Seed color avoidance by captive red-winged blackbirds and boat-tailed grackles. **Journal of Wildlife Management**, Bethesda, v. 63, n. 3, p. 1003-1008, 1999b.

AVERY, M. L.; HUMPHERY, J. S.; PRIMUS, T. M.; DECKER, D. G.; MCGRANE, A. P. Anthraquinone protects rice seed from birds. **Crop Protection**, Oxford, v. 17, n. 3, p. 225-250, 1998.

BARON, R. L. Carbamate insecticides. In: HAYES JÚNIOR, W. J.; LAWS JÚNIOR, E. R. (Ed.). **Handbook of pesticide toxicology.** New York: Academic Press, 1991. p. 3-6.

BAUR, F. J.; JACKSON, W. B. **Bird Control in Food Plants. It's a Flying Shame!** The American Association of Cereal Chemists. St. Paul: Minnesota, 1981. 53p.

BRANTORN, P. G. Review the Toxicology of a number of dyes illegally present in food in the EU. **The EFSA Journal**, Brussels, n. 263, p.15-40, 2005.

BRASIL. Lei n. 5.197, de 3 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 3 jul. 2003.

BRASIL. Decreto n. 4.074 de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei n.7.802 de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 1 out. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal. Legislação Federal de Agrotóxicos e afins. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 22 abr. 2005.

BRUMER, H.; COMAN, B. J. **The ingestion of artificially coloured grain baits by birds and it's relevance to vertebrate pest control**. Vitoria, Australia:. Department of Crown Lands and Survey, Keith Turnbull Research Institute. Relatório Técnico não publicado (sem data).

CANADA. Special review of carbofuran insecticide: effects on avian fauna and value to agriculture. Plant Industry Directorate, Discussion Document D93-02, Ontario, 1993. 53p.

COLAVITTI, F. Nada se cria, tudo se copia. **Galileu**, São Paulo, v. 147, p. 45-56, 2003.

COLLI, G. R.; ACCACIO, G. M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHINELLI, E. V.; LAPS, R. R.; SCARIOT, A.; VIEIRA, M. V.; WIEDERHECKER, H. C. A fragmentação dos ecossistemas e a diversidade brasileira: uma síntese. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a diversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, MMA/SBF, 2005. p. 318-324.

COX, C. Pesticides and birds: from DDT to today's poisons. **Journal of Pesticide Reform**. Eugene, v. 11, n. 4, p. 2-6, 1991.

COX, C. Pollution's legacy in our backyard. **Journal of Pesticide Reform**, Eugene, v. 16, n. 4, p. 2-6, 1996.

CUETO, V. R.; MARONE, L.; CASENAVE, J. L. Seed preferences by birds: effects of the design of feeding-preferences experiments. **Journal of Avian Biology**, Copenhagen, v. 32, n. 3, p. 275-278, 2001.

CUTHILL, I.; STEVES, M.; SHEPPARD, J.; MADDOCKS, T.; PÁRRAGA, A. C.; TROSCIANKO, T. S. Disruptive coloration and background pattern matching. **Nature**, London, v. 434, p. 72-74, mar. 2005.

DEMATTE, J. A. M.; EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R. Influência da matéria orgânica e de formas de ferro na reflectância de solos tropicais. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 451-464. 2003.

DOLBEER, R. A. Overview and management of vertebrate pests. In: RUBERSON, J. R. (Ed.): **Handbook of Vertebrate Pest Management**, New York, USA: Marcel Dekker, 1999. p. 663-691.

DOLBEER, R. A.; INGRAM, C. R.; SEUBERT, J. L.; STICKLEY JÚNIOR, A. L.; MITCHELL, R. T. 4 – Aminopyridine effectiveness in sweet corn related to blackbird population density. **Journal of Wildlife Management**, Bethesda, v. 40, n. 3, p. 564-570, 1976.

EISLER, R. Carbofuran hazards to fish, wildlife and invertebrates: a synoptic review. **U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report**, Laurel, v. 85, n. 1/3, p. 36, 1985.

ESPIG, S. A.; REIS, I. A.; ARAÚJO, E. P.; FORMAGGIO, A. R. Relação entre o fator de reflectância e teor de Óxido de Ferro em Latossolos Brasileiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais ...** Goiânia, 2005. p. 371-379.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the Commission to Review the Toxicology of a Number of Dyes Illegally Present in Food in the EU. **The EFSA Journal**, Brussels, n. 263, p. 1-71, 2005.

FELIZARDO, J. D. B. **Informações técnicas e toxicológicas do inseticida nematicida sistêmico Furadan**. FMC do Brasil, Campinas, 1980. 32 p. (Relatório Técnico do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento).

FLICKINGER, E. L.; KING, K. A.; STOUT, W. F.; MOHN, M. M. Wildlife hazards from Furadan 3G applications to rice in Texas. **Journal of Wildlife Management**, Bethesda, v. 44, n. 1, p. 190-197, 1980.

FRANKEL, K.; SOUSA, S.; COWAN, R.; KING, M. Concealment of the warfighter's equipment through enhanced polymer technology. In: ARMY SCIENCE CONFERENCE PROCEEDINGS, 24., 2004 Orlando, p. 13-16.

FREIRE, M. L. F.; BASTOS, E. J. B. Simulation of spectral planetary reflectance of targets. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 16, n. 2/3, p. 181-190, 1998.

FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. Tradução de Mário de Vivo. Coord. Fábio de Melo. 2.ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética / CNPq.1992. 646p.

GILL, E. L.; WATKINS, R. W; COWAN, D. P.; BISHOP, J. D.; GURNEY J. E. Cinnamamide, an avian repellent, reduces woodpigeon damage to oilseed rape. **Pesticide Science**, London, v. 52, p. 159-164, 1998a.

GILL, E. L.; FEARE, C. J.; COWAN, D. P.; FOX, S. M.; BISHOP, J. D.; LANGTON, S. D.; WATKINS, R. W.; GURNEY, J. E. Cinnamamide modifies foraging behaviors of free-living birds. **Journal of Wildlife Management**, Bethesda, v. 62, n. 3, p. 872-884, 1998b.

HAGAN, J. M.; HAEGEN, W. M. V.; MCKINLEY, P. S. The early development of forest fragmentation effects on birds. **Conservation Biology**, Washington DC. v. 1, n. 10, p. 188-202, 1996.

HÄRLIN, C.; HÄRLIN, M. Towards a historization of aposematism. **Evolutionary Ecology**, Dordrecht, v. 17, n. 2, p. 197-212, 2003.

HARRIS, L. D. **The fragmented forest**. Chicago: Univ. Chicago Press, 1984. 211p.

HARRIS, L. D.; SILVA-LOPEZ, G. Forest fragmentation and the conservation of biological diversity. In: FIEDLER, P. L.; JAIN, S. K. (Ed.). **Conservation Biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management**. New York: Chapman & Hall, 1992. p. 199-237.

HART, N. S. The visual ecology of avian photoreceptors. **Progress in Retinal Eye Research**, London, v. 20, p. 675 -703, 2001.

HARTLEY, L.; WAAS, J.; O'CONNOR, C; MATTHEWS, L. Colour preferences and coloured bait consumption by weka *Gallirallus australis*, na endemic New Zealand rail. **Biological Conservation**, Oxford, v. 93, n. 2, p. 255-263, 1999.

HARTLEY, L.; O'CONNOR, C.; WAAS, J.; MATTHEWS, L. Colour preferences in North Island robins (*Petroica australis*): implications for deterring birds from poisonous baits. **New Zealand Journal of Ecology**, Christchurch, v. 23, n. 2, p. 255-259, 2000.

HAWTHORNE, D. W. Daños provocados por animales silvestres y técnicas de control. In: SCHEMNITZ, S. D. (Ed.). **Manual de técnicas de gestión de vida silvestre**. Maryland: The Wildlife Society, 1987. p. 119-134.

HEATH, O. V. S. **A estatística na pesquisa científica**. Tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny S. da Motta. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981. 95p.

HOFFMANN, G.; VOLKER, A. **Anatomía e fisiología de las aves domésticas**. Editorial Acribia, Zaragoza, Espana, 1969. 190p.

HULBERT, S. T. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological Monographs**, Washington, v. 54, n. 2, p. 187-211, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 jun. 2005.

JAMES, J. B.; HELLGREN, E. C.; MASTERS, R. E. Effects of deterrents on avian abundance and nesting density in electrical substations in Oklahoma. **Journal of Wildlife Management**, Bethesda, v. 63, n. 3, p. 1009-1017, 1999.

JORON, M. Aposematic coloration. In: CARDÉ, R. T.; RESH, V. H. **Encyclopedia of Insects**. New York: Academic Press, 2003. p. 39-45.

LEVEY, D. J. Sugar-tasting ability fruit selection in tropical fruit eating birds. **Auk**, Washington, v.104, p. 173-179, 1987.

LUND, P. Feeding experiment with Panocline – treated seed on pigeons and pheasants with respect to the grade of repellency. Sweden: Report of Stensoffa Ecologiska Station, 1973. 132p.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**, UK, Blackwell, Oxford, 2002. 200p.

M<sup>c</sup>KAY, H. V.; PROSSER, P. J.; HART, A. D. M.; LANGTON, S. D.; JONES, A. M<sup>c</sup>COY, C.; CHANDLER-MORRIS, S. A. e PASCUAL, A. Wood-pigeons avoid pesticide-treated cereal seed? **Journal of Applied Ecology**, London, v. 36, n. 2, p. 283-296, 1999.

MERILAITA, S. Visual background complexity facilitates the evolution of camouflage. **Evolution**, Lawrence, v. 57, n. 6, p. 1248-1254, jun. 2003.

MERILAITA, S. Background-matching and disruptive coloration, and the evolution of cryptic coloration. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, London, v. 272, n. 1563, p. 665-670, mar. 2005.

MERILAITA, S.; TUOMI, J.; JORMALAINEN, V. Optimization of cryptic coloration in heterogeneous habitats. **Biological Journal of the Linnean Society**, Oxford, v. 67, p. 151-161, 1999.

MINEAU, P.; FLETCHER M. R.; GLASER L. C.; THOMAS N. J.; BRASSARD C.; WILSON L. K.; ELLIOTT J. E.; LYON L. A.; HENNY C. J.; BOLINGER T.; PORTER S. L. Poisoning of raptors with organophosphorus and carbamate pesticides with emphasis on Canada, U.S., and U.K. **Journal of Raptor Research**, Hastings, v. 33, p. 1-37, 1999.

MORAN, S. Aversion of the feral pigeon and the house sparrow to pellets as sprouts treated with commercial formulations of methyl anthranilate. **Pest Management Science**, London, v. 57, n. 3, p. 248-252, 2001.

NELMS, C. O.; AVERY, M. L. Reducing bird repellent application rates by the addition of sensory stimuli. **International Journal of Pest Management**, London, v. 43, n. 3, p. 187-190, 1997.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Brasília, 1996. 72p.

PASCUAL J. A, HART; A. D. M, FRYDAY S. L. Incidence of lethal bird poisoning reduced by regurgitation of pesticide-treated food. **Environmental Toxicology and Chemistry**, Pensacola, v. 18, p. 247-253, 1999

RANVAUD, R.; L., FREITAS, K. C. DE; BUCHER, E. H.; DIAS, H. S.; AVANZO, V. C.; ALBERTS, C.C. Diet of eared doves (*Zenaida auriculata*, Aves, Columbidae) in a sugar-cane colony in South-eastern Brazil. Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n. 4, p. 651-660. 2001.

SAYRE, R. W.; CLARCK, L. Effect of primary and secondary repellents on European starlings: an initial assessment. **Journal of Wildlife Management**, Bethesda, v. 65, n. 3, p. 461-469, 2001.

SCHMIDT, V.; SCHAEFER, H.M.; WINKLER, H. Conspicuousness, not colour as foraging cue in plant-animal signaling. **Oikos**, Lund, v. 106, p. 551-557, 2004.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862p.

SVENSSON, S. A. Feeding experiment with fodder treated with Imazalil plus Panoptine to domestic hens. Swenden: Institute of Animal Husbandry of the Agricultural College, 1975. 54p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de Eliane Romanato Santarém. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TREVISAN, M. J. **Resíduos de carbosulfan e de seus metabólitos carbofuran e 3-hidróxi-carbofuran em frutos e folhas de laranjeiras [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], determinados por cromatografia em fase gasosa**. 2003. 91 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

TOBIN, M. E. Developing methods to manage conflicts between humans and birds-three decades of change at the USDA National Wildlife Research Center. In: VERTEBRATE PEST CONFERENCE, 2002, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, 2002. v. 20, p. 91-96.

THOMAS, R. J.; BARTLETT, L. A.; MARPLES, N. M.; KELLY, D. J.; CUTHILL, I. C. Prey selection by with birds can allow novel and conspicuous color morfhs to spread in prey populations. **Oikos**, Lund, v. 106, p. 285-294, 2004.

VICKERY, J. A.; CARTER, N.; FULLER, R. J. The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, London, v. 89, p. 41-52, 2002.

WATKINS, R. W.; GUILL, E. L.; BISHOP, J. D. Evaluation of cinnamamide as an avian repellent: determination of a dose response curve. **Pesticide Science**, London, v. 44, p. 335-340, 1995.

ZUBERBUEHLER, C. A.; MESSIKOMMER, R. E.; WENK, C. Choice feeding of selenium-deficient laying hens affects diet selection, selenium intake and body weight. **Journal Nutritional**, Zurich, v. 132, p. 3411-3417, 2002.

ZUG, G. R.; VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles**. San Diego, Academic Press, 2001. 630p.

## **ANEXOS**



## ANEXO A – Tabelas 1 a 18.

Tabela 1 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, corante líquido e água

| Amostra | Pó Xadrez marrom (g) | Xadrez líquido marrom (ml) | Água (ml) |
|---------|----------------------|----------------------------|-----------|
| 1.1     | 0,3                  | 0,3                        | 2         |
| 1.2     | 0,5                  | 0,5                        | 2         |

Tabela 2 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, cola e água

| Amostra | Pó Xadrez marrom (g) | Pó Xadrez vermelho (g) | Cola branca (ml) | Água (ml) |
|---------|----------------------|------------------------|------------------|-----------|
| 1.3     | 0,5                  | 0                      | 0,2              | 2         |
| 1.4     | 0,5                  | 0,2                    | 0,2              | 2         |

Tabela 3 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, Ralzer e água

| Amostra | Pó Xadrez marrom (g) | Pó Xadrez amarelo (g) | Ralzer (ml) | Água (ml) |
|---------|----------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| 4.1     | 0,5                  | 0                     | 2           | 0         |
| 4.2     | 0,4                  | 0,4                   | 2           | 0,4       |
| 4.3     | 0,3                  | 0,5                   | 2           | 0,4       |
| 4.5     | 1,1                  | 0                     | 2           | 0,2       |
| 4.6     | 1,3                  | 0                     | 2           | 0,3       |
| 4.7     | 1,3                  | 0                     | 2           | 0,5       |
| 4.8     | 1                    | 0                     | 2           | 1         |
| 4.9     | 0,4                  | 0,6                   | 2           | 1         |

Tabela 4 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, Ralzer e água

| Amostra | Pó Xadrez<br>marrom (g) | Ralzer<br>(ml) | Água<br>(ml) |
|---------|-------------------------|----------------|--------------|
| 4.14    | 0,5                     | 2              | 0,5          |
| 4.15    | 0,6                     | 2              | 0,6          |
| 4.16    | 0,7                     | 2              | 0,7          |
| 4.17    | 0,8                     | 2              | 0,8          |
| 4.18    | 0,9                     | 2              | 0,9          |
| 4.19    | 1                       | 2              | 1            |
| 4.20    | 1                       | 2              | 1,1          |
| 4.21    | 1                       | 2              | 1,2          |
| 4.22    | 1                       | 2              | 1,3          |
| 4.23    | 1                       | 2              | 1,4          |
| 4.24    | 1                       | 2              | 1,5          |
| 4.25    | 1                       | 2              | 1,6          |
| 4.26    | 1                       | 2              | 1,7          |
| 4.27    | 1                       | 2              | 1,8          |
| 4.28    | 1                       | 2              | 1,9          |
| 4.29    | 1                       | 2              | 2            |

Tabela 5 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, Ralzer e água

| Amostra | Pó Xadrez<br>marrom (g) | Pó Xadrez<br>vermelho (g) | Pó Xadrez<br>amarelo (g) | Ralzer<br>(ml) | Água<br>(ml) |
|---------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|--------------|
| 4.31    | 0,3                     | 0,5                       | 1,2                      | 2              | 2            |
| 4.32A   | 0,3                     | 0,7                       | 2                        | 2              | 2            |
| 4.32B   | 0,3                     | 0,7                       | 2,6                      | 2              | 2            |

Tabela 6 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, Ralzer modificado e água

| Amostra | Pó Xadrez marrom (g) | Pó Xadrez vermelho (g) | Pó Xadrez amarelo (g) | Ralzer (ml) | Água (ml) |
|---------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| 4.36    | 2                    | 0,4                    | 1,5                   | 2           | 2         |
| 4.37    | 0,1                  | 0,3                    | 1,2                   | 2           | 2         |
| 4.39    | 0,4                  | 0                      | 0,6                   | 2           | 2         |
| 4.40    | 0,3                  | 0                      | 0,7                   | 2           | 2         |
| 4.41    | 0,6                  | 0                      | 1                     | 2           | 2         |
| 4.42    | 0,7                  | 0                      | 1                     | 2           | 2         |
| 4.43    | 0,7                  | 0                      | 1,2                   | 2           | 2         |
| 4.44    | 1                    | 0                      | 1                     | 2           | 2         |

Tabela 7 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, Ralzer, água e solo

| Amostra | Pó Xadrez marrom (g) | Água (ml) | Ralzer (ml) | Solo (g) |
|---------|----------------------|-----------|-------------|----------|
| 4.3     | 1                    | 2         | 2           | 20       |
| 4.34    | 0,5                  | 2         | 2           | 20       |
| 4.46    | 0,3                  | 2         | 2           | 40       |

Tabela 8 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, Ralzer, água, cola e solo

| Amostra | Pó Xadrez marrom (g) | Água (ml) | Ralzer (ml) | Solo (g) | Cola (ml) |
|---------|----------------------|-----------|-------------|----------|-----------|
| 4.35    | 1                    | 4         | 1           | 2        | 1         |

Tabela 9 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: solo e Ralzer

| Amostra | Ralzer<br>(ml) | Solo<br>(g) |
|---------|----------------|-------------|
| 4.33    | 2              | 20          |
| 4.38    | 2              | 20          |

Tabela 10 - Experimentos de coloração. Milho sem tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: solo, Ralzer modificado, cola e água

| Amostra | Cola<br>(ml) | Água<br>(ml) | Ralzer<br>(ml) | Solo<br>(g) |
|---------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| 4.45    | 2            | 7            | 2              | 40          |
| 4.47    | 3            | 2            | 2              | 30          |
| 4.48    | 5            | 6            | 2              | 50          |

Tabela 11 - Experimentos de coloração. Milho com tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, corante líquido e água

| Amostra | Pó Xadrez<br>marrom (g) | Pó Xadrez<br>vermelho (g) | Xadrez<br>líquido<br>marrom (ml) | Água<br>(ml) |
|---------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------|
| 2.1     | 0,3                     | 0,1                       | 0,2                              | 2            |

Tabela 12 - Experimentos de coloração. Milho com tratamento prévio com Ralzer.  
 Tratamento: corante pó, cola e água

| Amostra | Pó Xadrez<br>marrom (g) | Pó Xadrez<br>vermelho (g) | Pó Xadrez<br>amarelo (g) | Cola<br>(ml) | Água<br>(ml) |
|---------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------|--------------|
| 2.2     | 0,6                     | 0                         | 0,2                      | 0,2          | 2            |
| 2.3     | 0,6                     | 0                         | 0,3                      | 0,2          | 2            |
| 2.4     | 0,5                     | 0                         | 0,4                      | 0,2          | 2            |
| 2.5     | 0,4                     | 0                         | 0,4                      | 0,2          | 2            |
| 2.6     | 0,3                     | 0                         | 0,7                      | 0,2          | 2            |
| 2.7     | 1,4                     | 0                         | 0                        | 0,2          | 2,2          |
| 2.8     | 0,5                     | 0,3                       | 0,2                      | 0,2          | 2            |
| 2.9     | 0,3                     | 0,2                       | 0,5                      | 0,2          | 2,5          |
| 2.10    | 0,6                     | 0                         | 0,4                      | 0,1          | 2,5          |
| 2.11    | 0,3                     | 0,3                       | 0,6                      | 0,1          | 2,3          |
| 2.12    | 0,3                     | 0                         | 0,7                      | 0,1          | 2,5          |
| 2.13    | 0,3                     | 0,1                       | 0,6                      | 0,2          | 2            |
| 2.14    | 0,3                     | 0,4                       | 0,7                      | 0,1          | 2,5          |
| 2.15    | 0                       | 0,4                       | 0,6                      | 0,1          | 2,5          |
| 2.16    | 0,3                     | 0,4                       | 0,8                      | 0,2          | 3            |
| 2.17    | 0,4                     | 0,4                       | 1                        | 0,2          | 3            |
| 2.18    | 0,2                     | 0,8                       | 1                        | 0,2          | 3            |
| 2.19    | 0,2                     | 1                         | 1,2                      | 0,2          | 3,5          |
| 2.20    | 0,3                     | 0,7                       | 1,3                      | 0,2          | 4            |
| 2.21    | 0,3                     | 0,6                       | 1,5                      | 0,2          | 4            |
| 2.22    | 0,3                     | 0,6                       | 1,7                      | 0,2          | 3,6          |
| 2.23    | 0,3                     | 0,7                       | 1,9                      | 0,2          | 3,8          |

Tabela 13 - Experimentos de coloração. Milho com tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, cola, água e solo

| Amostra | Pó Xadrez<br>marrom (g) | Pó Xadrez<br>vermelho (g) | Pó Xadrez<br>amarelo (g) | Cola<br>(ml) | Água<br>(ml) | Solo<br>(g) |
|---------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------|--------------|-------------|
| 2.24    | 3                       | 0,7                       | 2,6                      | 0,2          | 3            | 20          |
| 2.25    | 3                       | 0,7                       | 1,3                      | 0,2          | 6            | 40          |
| 2.26    | 3                       | 0,7                       | 2                        | 1            | 9            | 60          |
| 2.27    | 5                       | 0                         | 0                        | 0,6          | 6            | 40          |

Tabela 14 - Experimentos de coloração. Milho com tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, cola e água

| Amostra | Pó Xadrez<br>marrom (g) | Pó Xadrez<br>vermelho (g) | Pó Xadrez<br>amarelo (g) | Cola<br>(ml) | Água<br>(ml) |
|---------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------|--------------|
| 3.1     | 0,4                     | 0                         | 0,8                      | 0,2          | 2            |
| 3.2     | 0,5                     | 0                         | 0,9                      | 0,2          | 2            |

Tabela 15 - Experimentos de coloração. Milho com tratamento prévio com Ralzer.  
Tratamento: corante pó, corante líquido e água

| Amostra | Pó Xadrez<br>marrom (g) | Xadrez líquido<br>marrom (ml) | Água<br>(ml) |
|---------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| 3.3     | 0,5                     | 0,5                           | 2            |

Tabela 16 - Tratamentos selecionados para experimento de germinação.  
Grupo 1: Milho sem Ralzer

| Tratamento                            | Pó Xadrez marrom (g) | Pó Xadrez vermelho (g) | Xadrez líquido marrom (ml) | Água (ml) | Cola (ml) | Ralzer (ml) | Solo (g) |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-------------|----------|
| 1. Corante pó, corante líquido e água | 0,5                  | -                      | 0,5                        | 2         | -         | -           | -        |
| 2. Corante pó, cola e água            | 0,5                  | 0,2                    | -                          | 2         | 0,2       | -           | -        |
| 3. Corante pó, Ralzer e água          | 1                    | -                      | -                          | 2         | -         | 2           | -        |
| 4. Corante pó, Ralzer, solo e água    | 1                    | -                      | -                          | 2         | -         | 2           | 20       |

Tabela 17 - Tratamentos selecionados para experimento de germinação.  
Grupo 2: Milho com tratamento prévio com Ralzer

| Tratamento                            | Pó Xadrez marrom (g) | Pó Xadrez vermelho (g) | Pó Xadrez amarelo (g) | Xadrez líquido marrom (ml) | Água (ml) | Cola (ml) | Solo (g) |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|-----------|----------|
| 1. Corante pó, corante líquido e água | 0,3                  | 0,1                    | -                     | 0,2                        | 2         | -         | -        |
| 2. Corante pó, cola e água            | 0,4                  | -                      | 0,4                   | -                          | 2         | 0,2       | -        |
| 3. Corante pó, cola água e solo       | 0,3                  | 0,7                    | 2,6                   | -                          | 3         | 0,2       | 10       |

Tabela 18 - Tratamentos selecionados para experimento de germinação.  
 Grupo 3: Milho com tratamento prévio com Ralzer, fungicida e micro nutrientes

| Tratamento                            | Pó Xadrez marrom (g) | Pó Xadrez vermelho (g) | Pó Xadrez amarelo (g) | Xadrez líquido marrom (ml) | Água (ml) | Cola (ml) |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|-----------|
| 1. Corante pó, cola e água            | 0,4                  | -                      | 0,8                   | -                          | 2         | 0,2       |
| 2. Corante pó, água e corante líquido | 0,5                  | -                      | -                     | 0,5                        | 2         | -         |



## ANEXO B – Figuras 1 a 14.



Figura 1 – Denso bando da pomba avoante (*Zenaida auriculata*) sobrevoando plantio de trigo em Assis, oeste do estado de São Paulo, durante o quinto experimento de plantio



Figura 2 – Plantio mecanizado de sementes de arroz tratadas com Carbofuran, ao lado de remanescente florestal no município de Palmeiras, sudeste do estado de Goiás: situação de elevado risco de impacto ambiental



Figura 3 – Denso bando de pombas domésticas (*Columba livia*) e outras espécies granívoras forrageando no terreno da Genética, recém-arado e utilizado para experimentos de remoção de sementes realizados na Esalq – USP



Figura 4 – Rolinhas intoxicadas pela ingestão de sementes de trigo tratadas com o inseticida nematocida sistêmico Carbofuran, no município de Cambará, norte do estado do Paraná. Notar no centro da figura, sementes de trigo tratadas com Carbofuran, no primeiro experimento de plantio



Figura 5 – Espécime jovem de gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) apresentando falta de coordenação motora e vômito, sintomas da intoxicação por Carbofuran, em Assis – SP, no primeiro experimento de plantio

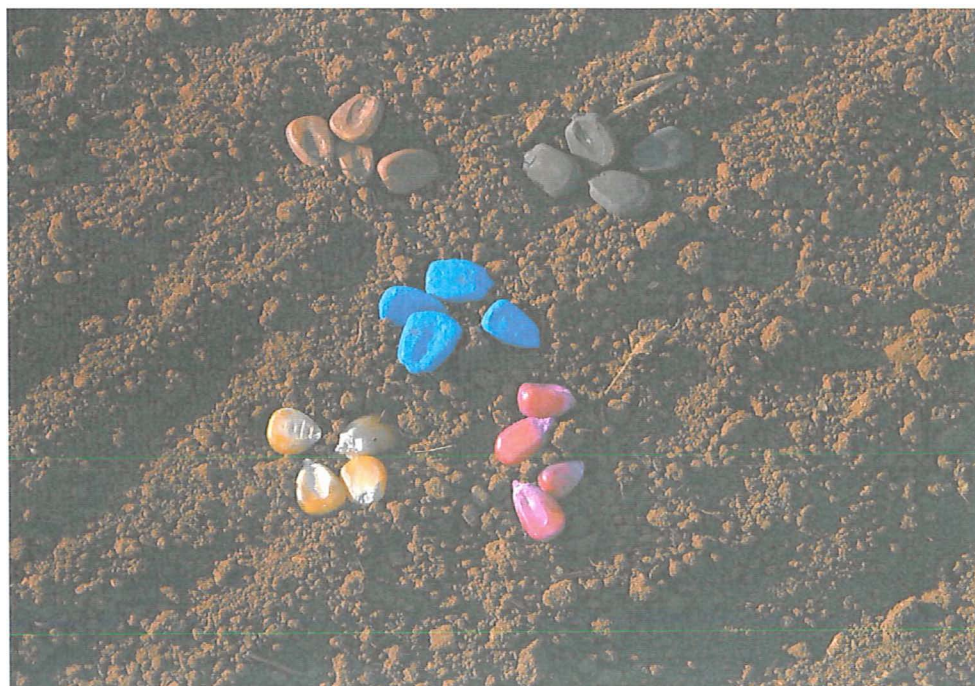


Figura 6 – Sementes de milho: com camuflagem industrial (topo à esquerda), com camuflagem caseira (topo à direita), aposemáticas azuis (centro), naturais amarelas e com Rodamina B (abaixo à direita). Estes tratamentos foram utilizados na análise radiométrica, após o terceiro experimento de remoção de sementes



Figura 7 – Detalhe da camuflagem de sementes de trigo tratadas com corante em pó sobre o solo. Notar a rugosidade superficial, diminuindo a reflectância e a conspicuidade das sementes não enterradas



Figura 8 – Protótipos de sementes camufladas de milho, em experimento de coloração e textura de coberturas. Estes tratamentos de sementes camufladas foram selecionados para posterior experimento em câmara de germinação

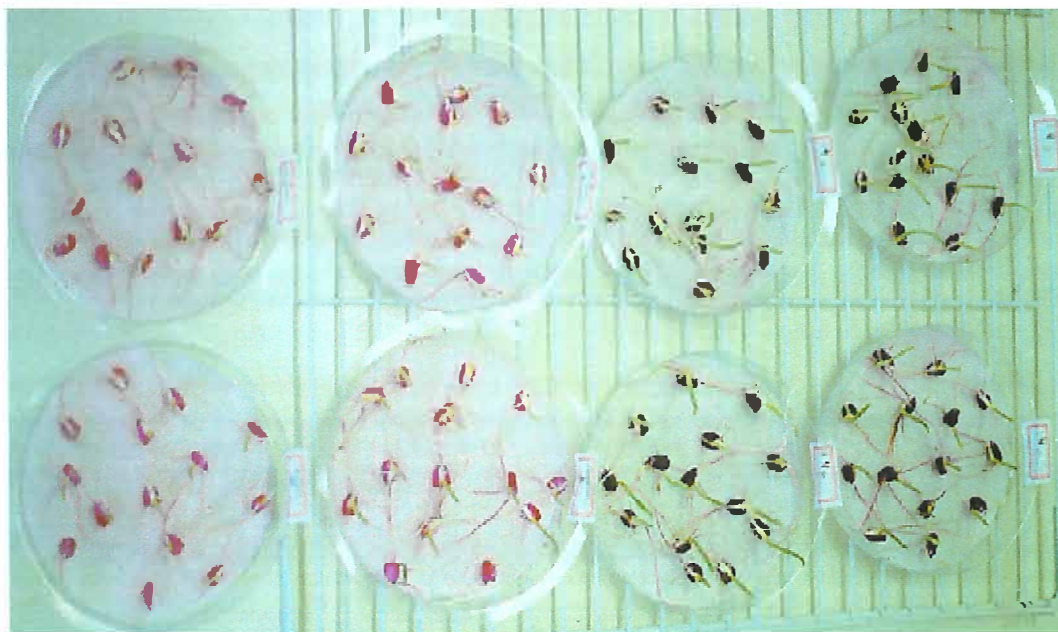


Figura 9 – Aspecto do experimento de germinação de sementes de milho. Notar à esquerda quatro repetições de sementes tratadas com Carbofuran e Rodamina B, à direita sementes camufladas



Figura 10 – Para orientar experimentos de plantio em campos agrícolas, ensaios de consumo de sementes por rolinhas (*Columbina talpacoti*) foram realizados em viveiro construído na Esalq. Rolinhas estão entre as principais vítimas de intoxicação por Carbofuran



Figura 11 – Aspecto de aves forrageando em parcelas de 0,25 ha, no quinto experimento de plantio, no qual morreram 32 aves intoxicadas por sementes tratadas com Carbofuran. Foram utilizados 1600 kg de sementes distribuídas em área de 16 ha

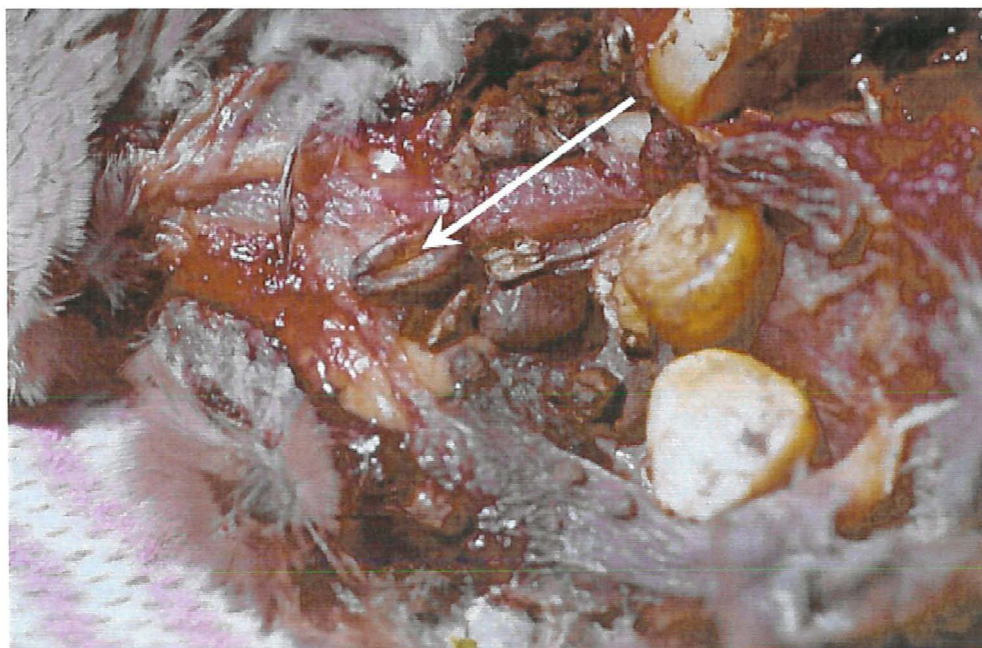


Figura 12 – A seta indica uma semente camuflada tratada com Carbofuran no papo de uma rolinha (*Columbina talpacoti*), uma da 73 vítimas que morreram ingerindo apenas uma semente tratada, logo no início da digestão



Figura 13 – Neste experimento de remoção de sementes, as setas indicam sementes camufladas em um quadrado latino que simula o método de plantio direto, no qual o solo não é arado e a matéria orgânica vegetal contribui significativamente com a camuflagem



Figura 14 – Máquina de tratamento de sementes em escala industrial, utilizada para experimento de sementes camufladas. No piso, em sacos plásticos, resultados de três testes de camuflagem, variando concentrações de Carbofuran, corante em pó, adesivo e água