

COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DE *XYLOCOPA* (*NEOXYLOCOPA*) *CEARENSIS* DUCKE, 1910 (APIDAE) EM *WALTHERIA CINERASCENS* A.St.HIL. (STERCULIACEAE) EM DUNAS COSTEIRAS (APA DO ABAETÉ, SALVADOR, BAHIA, BRASIL)

CRISTIANA B. N. COSTA¹, JORGE A. S. COSTA¹, ANA TEREZA A. RODARTE² & CLAUDIA M. JACOBI³

¹Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Km 03 - BR 116, Campus. 44031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil. (criseco@hotmail.com) (jascosta@hotmail.com)

²Universidade Federal da Bahia, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento. Rua Barão de Geremoabo, s/n, Ondina, Campus. 40170-290, Salvador, Bahia, Brasil. (arodarte@zaz.com.br)

³Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas, ICB. Av. Antônio Carlos 6627, Cx. P. 486. 30161-970. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (jacobi@icb.ufmg.br)

(Comportamento de forrageio de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke, 1910 (Apidae) em *Waltheria cinerascens* A.St.Hil. (Sterculiaceae) em dunas costeiras (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil) – O comportamento de forrageio de *Xylocopa cearensis* Ducke, 1910 (Apidae) em plantas de *Waltheria cinerascens* A. St.Hil. (Sterculiaceae) foi estudado pela primeira vez no ecossistema de restinga em dunas costeiras na APA do Abaeté (12°56'S, 38°21'W), município de Salvador, Bahia, Brasil, no período de 23/mar a 05/maio/2001. Foram acompanhadas treze rotas de forrageio entre plantas, com variação de quatro a vinte passos (média de treze passos). Os ângulos e as distâncias entre cada espécime vegetal visitado foram mensurados, bem como o número de flores oferecidas e visitadas. As rotas observadas indicam que provavelmente existe uma direcionalidade com tendência a movimentos laterais. As abelhas visitam cerca de 31% das flores oferecidas com pico de visitação próximo ao horário de receptividade estigmática. O néctar é o principal recurso floral explorado pelas abelhas, sendo o pólen depositado, durante o processo de coleta do néctar, na mandíbula ou na parte frontal da cabeça em flores longistílicas e brevistílicas, respectivamente. Esse comportamento possibilita a polinização interformas em *W. cinerascens*. A distribuição das plantas foi analisada através do método de quadrados contínuos. *Waltheria cinerascens* possui uma distribuição agrupada na área e o maior deslocamento apresentado por *Xylocopa cearensis* abrange uma área de 600 m².

Palavras-chave: dunas costeiras, comportamento de forrageio, *Xylocopa*, *Waltheria*.

(Foraging behavior of *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke, 1910 (Apidae) in *Waltheria cinerascens* A.St.Hil. (Sterculiaceae) at coastal dunes (APA of Abaeté, Salvador, Bahia, Brazil) – The foraging behavior of *Xylocopa cearensis* Ducke, 1910 (Apidae) in plants of *Waltheria cinerascens* A.St.Hil. (Sterculiaceae) was studied for the first time in the sandbank ecosystem in coastal dunes in the Environmental Protected Area of Abaeté (12°56'S, 38°21'W), town of Salvador, Bahia, Brazil, from Mar 23 to May 05 2001. Thirteen interplant bee foraging flights were followed, varying from four to twenty steps (mean length of thirteen steps). The angles and the distances between each plant visited were measured, as well as the number of flowers offered and visited. The observed routes suggest a global directionality, with tendency to lateral movements. The bees visit about 31% of the flowers offered, with a visitation peak close to the period of stigmatic receptivity. Nectar is the main resource taken, and pollen is deposited in the mandible or the front part of the head in longistilic and brevistilic flowers, respectively. This behavior allows intermorph pollination in *W. cinerascens*. The distribution of the plants was analyzed through the method of continuous squares. *Waltheria cinerascens* shows a clustered distribution in the study area and the largest displacement presented by *Xylocopa cearensis* includes an area of 600 m².

KEY WORDS: coastal dunes, foraging behavior, *Xylocopa*, *Waltheria*.

INTRODUÇÃO

O estudo do padrão de comportamento dos forrageadores nas flores constitui embasamento essencial para muitos trabalhos em biologia da polinização (Dafni, 1992), uma vez que a polinização é o primeiro passo na reprodução sexual das plantas (Raven *et al.*, 2001), tornando-se um dos processos-chave na manutenção dos ecossistemas terrestres.

As abelhas formam o grupo mais importante de

visitantes florais e polinizadores e, para avançar na compreensão das relações planta-polinizador, são necessários desde estudos básicos em taxonomia de abelhas até estudos mais direcionados sobre biologia floral, polinização e adaptações específicas na interação abelha-planta (Santos, 1998).

Interações entre plantas e polinizadores, padrões de movimentos dos visitantes e suas conseqüências têm sido assuntos de intenso estudo em uma variedade de organismos (Cartar & Real, 1997). Estudos sobre o

comportamento de forrageio de abelhas em plantas vêm sendo abordados há muito tempo (p. ex., Stanley, 1977; Pyke & Cartar, 1992; Cartar & Real, 1997).

Os vários métodos de investigação das atividades de forrageio nas flores são baseados em análises do comportamento. Cada nível de análise pode envolver diferentes facetas da polinização da flor e pode ter diferentes implicações com respeito a outros aspectos, tais como a atração para a flor, a escolha de uma flor em particular, a utilização do recurso, a eficiência e gasto energético na polinização, competição, sistema reprodutivo, fluxo polínico e tamanho da população (Dafni, 1992), além da distribuição espacial das espécies vegetais (Cartar & Real, 1997).

Waltheria cinerascens A.St.Hil. (Sterculiaceae) é um dos mais importantes componentes do ecossistema de restinga da APA do Abaeté devido à abundância de indivíduos no ambiente e por manter-se florida durante todo o ano, mesmo quando a maioria das espécies está em período vegetativo. Isso permite uma constante oferta de recursos aos visitantes (abelhas, vespas, moscas, beija-flores), beneficiando o seu sucesso reprodutivo.

Xylocopa cearensis é uma espécie residente de dunas, tendo sido apontada por Viana (1999) e por Costa & Ramalho (2001) como a espécie de abelha mais importante do ambiente estudado, pois se trata de um visitante constante em quase todas as espécies vegetais melitófilas e auxilia na polinização de um grande número de plantas nas dunas de Stella Maris. Essa abelha é o polinizador principal de *Waltheria cinerascens* (Costa & Ramalho, 2001).

Pesquisa sobre rotas de abelhas em plantas de dunas é aqui tratado pela primeira vez. O estudo da interação desses organismos tem por objetivo entender o comportamento de forrageio da abelha, relacionado com fatores como distribuição vegetal e oferta de recursos em ambiente de dunas, na tentativa de estabelecer o seu papel como polinizador e contribuir para a compreensão do mecanismo de fluxo polínico nas populações de *Waltheria cinerascens*.

METODOLOGIA

A Área de Proteção Ambiental (APA) das Lagoas e Dunas do Abaeté, Salvador-BA, Brasil (12°56'S, 38°21'W) (Fig. 1), caracteriza-se pela presença de dunas móveis, semimóveis e fixas com vegetação herbáceo-arbustivo-arbórea (CRA, 1994), formando um mosaico de habitats com associações florísticas estruturalmente diferenciadas. O substrato é menos salino que o de outras dunas costeiras no país (CRA, 1994; Viana, 1999). Sob os depósitos arenosos encontram-se mananciais hídricos subterrâneos expressivos, que alimentam terras úmidas topograficamente mais baixas (Viana, 1999). O clima é úmido (2.100 mm anuais), com pequena ou nenhuma deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 25,3°C (média mínima 21°C e média máxima de 32°C) e os índices de umidade relativa, na maior parte do ano, são superiores a 70% (SEI, 1999).

A área estudada foi delimitada em 3.000 m² (75 m x 40 m). A distribuição de *W. cinerascens* no local foi verificada através do método de quadrados contínuos (Ludwig & Reynolds, 1988). Essa espécie vegetal possui heterostilia do tipo distilia, tendo sido computada a quantidade de indivíduos brevistílicos e longistílicos na população.

Foram realizadas observações do comportamento de forrageio de *Xylocopa cearensis* em flores e entre plantas de *Waltheria cinerascens* ao longo de quatro visitas a campo entre os dias 23 de março a 05 de maio de 2001, nos horários entre 07:00h e 13:00h. As visitas das abelhas foram relacionadas com o horário de forrageio, com as características florais e com a quantidade de flores oferecidas e utilizadas.

Uma população de *W. cinerascens* foi escolhida aleatoriamente e as visitas de 13 indivíduos de *X. cearensis* foram acompanhadas, partindo da primeira planta visitada (número um), até completar vinte paradas ou a abelha se distanciar da área delimitada para o estudo. À medida que as abelhas realizavam suas visitas, as plantas visitadas eram marcadas com etiquetas numeradas e o número de flores visitadas e oferecidas era computado. A trajetória



Fig. 1. Localização da área de estudo representada pelo quadrado preto (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil).

de visita às flores de *W. cinerascens* de cada abelha foi acompanhada por três pessoas através de observação direta. O acompanhamento era cessado quando as abelhas se afastavam da área ou quando alcançavam 20 passos. Após o término de cada trajetória, eram medidas as distâncias entre os indivíduos vegetais visitados e entre estes e o primeiro. Os ângulos de deslocamento de um espécime para outro foram medidos com auxílio de um transferidor, respeitando a seqüência de indivíduos visitados. O tipo de distília de cada espécime também foi verificado. Os dados foram usados para estimar o deslocamento médio das abelhas durante o voo entre as plantas, e comparados com um modelo neutro (Kareiva & Shigesada, 1983), em que $E(R_n^2)$, o quadrado do deslocamento esperado médio é

$$E(R_n^2) = nE(l^2) + E(1)^2 \frac{c}{1-c} \left(n - \frac{1-c^n}{1-c} \right)$$

onde R_n é o deslocamento absoluto (retilíneo) a partir do ponto de origem da trajetória, l é o comprimento médio do passo, c é o cosseno médio do ângulo e n é o número de segmentos de voo.

Espécimes da abelha encontram-se depositados no Laboratório de Abelhas da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e amostras da planta foram incorporadas ao acervo do herbário Alexandre Leal Costa (ALCB) da UFBA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população de *W. cinerascens* estudada apresentava-se entremeada com outras espécies de flores amarelas, como *Cuphea brachiata* e *Chamaecrista ramosa* var. *ramosa*, que oferecem como recurso floral néctar/pólen e pólen, respectivamente. Isso pode ser um fator prejudicial à transferência de pólen da espécie em questão. Entretanto, os indivíduos de *W. cinerascens* distribuem-se de forma agregada, confirmando o estudo de Costa & Ramalho (2001), possibilitando vôos curtos e diminuindo o desvio das rotas para outras espécies de plantas durante as trajetórias. A eficiência da dispersão polínica depende do mecanismo de apresentação do pólen, do comportamento dos visitantes e de variáveis como densidade de populações e competição com outras plantas (Vogel & Westerkamp, 1991).

Walteria cinerascens possui hábito arbustivo, podendo alcançar até 2,5 m de altura. As flores são amarelas e pequenas com cerca de 0,3 a 0,6 cm de diâmetro. Segundo Costa & Ramalho (2001), o horário de antese se dá por volta das 06:00h e a receptividade estigmática acontece próximo das 10:00h.

Oferece néctar e pólen como recompensa para o polinizador, mas a transferência do pólen provavelmente

se dá de forma acidental, pois o interesse do visitante está no néctar, fato este que pode ser percebido quando ocorre a visita da abelha na flor. Para coletar o néctar, a abelha introduz a glossa e parte da cabeça entre as pétalas, esfregando a região frontal nas anteras em flores brevistílicas, ou acumulando pólen perto da mandíbula (em flores longistílicas) enquanto coleta o néctar. Fica bastante evidente ao observador que *X. cearensis*, ao pousar nas flores de *W. cinerascens*, não objetiva a coleta do pólen. Em visita às flores da mesma inflorescência, as abelhas também passam de uma flor para outra sem voar, possibilitando a deposição do pólen na parte ventral do corpo (pernas, tórax e abdome). Dessa forma, a transferência de pólen é realizada sem que haja a exploração deste recurso pela abelha no momento da visita.

Foram acompanhadas 13 rotas realizadas por *X. cearensis* na população de *W. cinerascens*, com variação de passos entre quatro e 20. As distâncias entre as plantas de *W. cinerascens* visitadas mostraram que as abelhas tendem a voar distâncias curtas durante as rotas. De um total de 165 deslocamentos observados, 30,3% foram para indivíduos a 200 cm de distância (Fig. 2). Vôos entre plantas a 100 cm de distância tiveram baixa frequência (7,27%), bem como as que se encontravam entre 500 a 1.000 cm que, somados, não alcançaram a maior frequência de deslocamento (21,21%). Após essa distância, as abelhas realizavam poucos vôos longos. Essa tendência a vôos curtos permite que a abelha realize visitas em diferentes indivíduos vegetais, com economia da sua energia gasta no forrageamento. Cartar & Real (1997) compararam diferentes estruturas de hábitos (disperso, aleatório ou agrupado) e observaram um aumento na performance de forrageio por alimento, com maior número de flores visitadas por unidade de tempo, quando as abelhas visitavam plantas igualmente espaçadas em curtas distâncias mantendo a mesma direção. Apesar das estratégias de forrageamento serem complexas, tem sido observado que os polinizadores, em especial abelhas, tendem a visitar a planta mais próxima da mesma espécie (Levin & Kerster, 1974; Rasmussen & Broedsgaard, 1992). Todavia, foi demonstrado que as abelhas são flexíveis o suficiente para acompanhar mudanças espaciais, e que sua estratégia de voo reflete o espaçamento de recursos (Morris, 1993; Morris *et al.*, 1994).

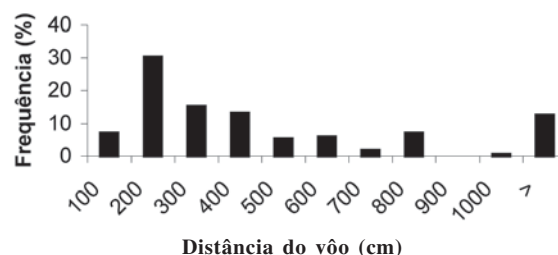


Fig. 2. Comprimento de deslocamentos entre plantas de *W. cinerascens* realizados pela abelha *X. cearensis* em dunas de Stella Maris, Salvador, Bahia.

A frequência dos ângulos de deslocamento das abelhas entre plantas demonstrou uma grande tendência para direções laterais (30° a 120° e 210° a 330°), em detrimento das visitas em direções opostas (ângulos entre 150° e 210° representaram somente 9,75% do total de 154) (Fig. 3). Essa parece ser uma estratégia utilizada pelas abelhas para impedir que repitam as coletas nos indivíduos recém visitados, que por lógica teriam menor oferta de recursos. Normalmente, polinizadores mantêm uma direcionalidade com movimentos diretos a flores não visitadas, aumentando a economia de forrageio ao diminuir a chance de visita a flores recentemente exploradas e, portanto, com menos recursos (Pyke & Cartar, 1992). Abelhas que executam viradas em torno de 180° frequentemente possuem grande risco de revisitação e por essa razão têm menor ganho no forrageio do que as que mantêm a direcionalidade (Cartar & Real, 1997).

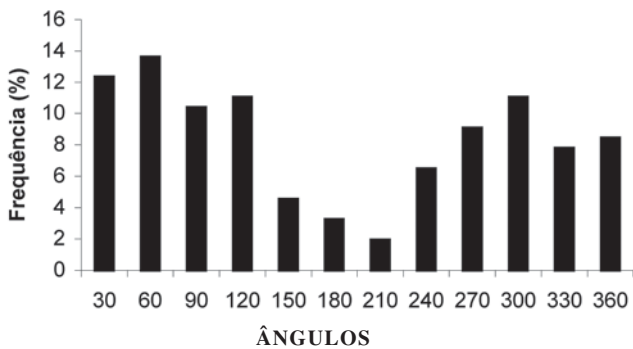


Fig. 3. Frequência dos ângulos realizados pelas rotas das abelhas da espécie *X. cearensis* em uma população de *W. cinerascens* nas dunas de Stella Maris, Salvador, Bahia.

A Figura 4 mostra que a média da área visitada durante a trajetória das abelhas alcança aproximadamente

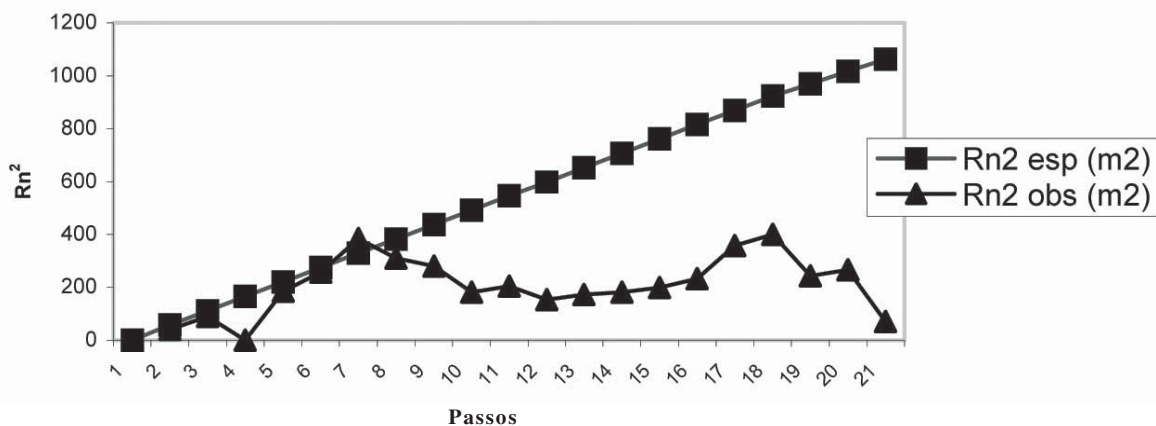


Fig. 5. Comparação entre o deslocamento (Rn^2) esperado e o observado da abelha *X. cearensis* na espécie vegetal *W. cinerascens* nas dunas de Stella Maris, Salvador, Bahia.

400 m², com um máximo de 600 m². A sinuosidade da curva de deslocamento provavelmente está ligada à alta porcentagem de ângulos de virada ao redor de 90° à esquerda e à direita, já que uma seqüência deste tipo de ângulo faz com que a abelha se aproxime novamente de plantas anteriormente visitadas, se bem que não necessariamente as mesmas.

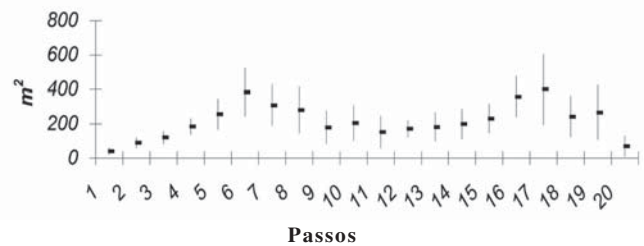


Fig. 4. Deslocamento quadrado médio das abelhas *X. cearensis* nos passos realizados entre plantas de *W. cinerascens* nas dunas de Stella Maris, Salvador, Bahia (média ± DP).

O deslocamento (m²) observado diferiu muito daquele esperado pelo modelo neutro, que teve comprimento médio dos passos = 4,83 m e cosseno médio = 0,233 (Fig. 5). O comportamento previsto pelo modelo neutro seria o afastamento da planta inicialmente visitada à medida que as visitas fossem realizadas. O observado é que ocorre uma tendência a visitar as plantas pertencentes à mesma mancha e, a partir de determinado número de indivíduos visitados, devido a movimentos laterais, a abelha poderia passar a visitar certos indivíduos e outros próximos não visitados anteriormente. Esta parece ser uma resposta à paisagem local, uma vez que *W. cinerascens* possui uma distribuição agrupada e apresenta um número razoável de flores em plantas nas quais menos da metade das flores foram visitadas pelas abelhas nas rotas observadas (Tabela 1).

Apesar da diferença entre a maior área percorrida observada e aquela esperada, pode-se afirmar que *X. cearensis* contribui para uma efetiva polinização cruzada entre os indivíduos da população estudada. No entanto, fazem-se necessários estudos mais aprofundados de fluxo polínico envolvendo essa interação na medida em que *W. cinerascens* é uma espécie de alta frequência nas dunas e as abelhas do gênero *Xylocopa* possuem a capacidade de alcançar vôos com distâncias de até 20 km (Vogel & Westerkamp, 1991), o que provavelmente indica haver fluxo polínico entre as populações de *W. cinerascens* presentes a longas distâncias nas dunas.

O sistema sexual com heterostilia é uma estratégia floral que dificulta o processo de autopolinização e beneficia a polinização cruzada interformas (Dafni, 1992; Kress & Beach, 1994; Endress, 1996). Observações em *W.*

cinerascens revelaram que não há formação de frutos em indivíduos brevistílicos muito próximos entre si, mas relativamente distantes de indivíduos longistílicos (C. B. N. Costa, dados não publicados). Na área de estudo existe uma maior frequência de indivíduos que apresentam flores brevistílicas (57,46%) (Tabela 1). É provável que os indivíduos brevistílicos sejam melhores doadores de pólen, à medida que as anteras permanecem em contato com a frente da abelha quando esta coleta néctar. Este local de deposição do pólen facilita o processo de polinização e aumenta a dificuldade das abelhas em retirá-lo desta região. Em visita a flores longistílicas, o pólen é depositado principalmente no aparelho bucal das abelhas. Esta localização ocasiona uma diminuição na quantidade de pólen transferido, uma vez que as abelhas tendem a removê-lo com maior frequência.

Tabela 1. Características das relações entre flor e polinizador nas dunas de Stella Maris, Salvador, BA.

Abelhas/ Rotas	Número/ de passos	Nº total de flores		Hora	Número de plantas longistílicas	Número de plantas brevistílicas
		Oferecidas	Visitadas(%)			
1	13	135	55 (40,74)	7:30	7	7
2	20	354	87 (24,57)	9:20	6	15
3	20	353	112 (31,72)	10:15	10	11
4	20	209	122 (58,37)	11:30	10	11
5	6	72	39 (54,16)	9:05	-	7
6	7	325	103 (31,69)	10:00	6	3
7	8	118	25 (21,18)	10:22	4	5
8	18	689	231 (33,5)	9:37	7	12
9	4	228	106 (46,46)	10:22	2	3
10	20	219	72 (32,87)	10:34	7	14
11	11	229	37 (16,15)	11:32	5	7
12	16	435	81 (18,62)	11:54	8	9
13	4	74	19 (25,62)	9:23	5	-
Total		3440	1089 (31,65)		42,54%	57,46%

O número de flores visitadas pelos indivíduos seguidos foi de 31,65% em relação ao que foi oferecido, e nunca superior a 60% (Tabela 1). Esse fato pode ser explicado devido ao forrageio de outras abelhas da mesma espécie e pela partilha de recursos com outros visitantes, principalmente vespas, que possuem alta frequência de visitação nessa espécie vegetal (Costa & Ramalho, 2001). O fato de não visitar todas as flores disponíveis de uma planta é vantajoso, pois reduz as chances de geitonogamia. Isto se torna de extrema importância no caso da espécie vegetal ser auto-incompatível. O sucesso reprodutivo de uma planta de reprodução cruzada está em conflito direto com a máxima eficiência de forrageamento dos polinizadores. Para a planta, o forrageamento ótimo da

abelha severamente limita a polinização cruzada (Henriques, 1999), através do aumento de pólen autógamo transportado.

Houve maior número de visitas nos horários próximos da receptividade estigmática (10:00h) (Tabela 1), o que leva a crer que provavelmente a planta lança mão de algum mecanismo de atração do visitante neste horário, podendo ser uma maior oferta de néctar. Estudos mais aprofundados sobre esta estratégia, como investigação da concentração de néctar em diferentes horários, devem ser realizados para elucidar estas questões.

A trajetória realizada por *X. cearensis* está intimamente relacionada com a paisagem local de indivíduos agrupados de *W. cinerascens*. Este movimento,

aliado ao comportamento da abelha na flor, contribui para um maior fluxo de pólen alógamo nos espécimes que cohabitam uma mesma mancha vegetacional, proporcionando o sucesso reprodutivo da espécie.

Estudos deste tipo ajudam a esclarecer a dinâmica de populações vegetais em dunas e contribuem para o entendimento do fluxo polínico nessas populações.

AGRADECIMENTOS

Cláudia Maria Jacobi agradece ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da UFBA pelo convite para participar como professora visitante e à CAPES pela bolsa concedida para esse fim, o que permitiu a realização conjunta deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATAR, R. V. & L. A. REAL. 1997. Habitat structure and movement: the behaviour of bumble bees in uniform and random spatial resource distributions. *Oecologia* 112: 430-434.
- COSTA, J. A. S. & M. RAMALHO, M. 2001. Ecologia da polinização em ambiente de duna tropical (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). *Sitientibus, ser. Ci. Biol.* 1(2): 141-153.
- CRA - CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (BA). 1994. *Cadastro de Unidades de Conservação do estado da Bahia*. Salvador, 78 p.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination ecology: a practical approach*. New York, Oxford University Press, 250 p.
- EEDRESS, P. K. 1996. *Cambridge tropical biology series: diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Great Britain, Cambridge Univ. Press, 511 p.
- HENRIQUES, R. P. B. 1999. Ecologia da polinização de *Ouratea hexasperma* (St. Hil.) Bail (Ochnaceae) em cerrado no Brasil Central. *Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer* 4: 46-64.
- KAREIVA, P. M. & N. SHIGESADA. 1983. Analyzing insect movement as a correlated random walk. *Oecologia* (Berl.) 56(2-3): 234-238.
- KRESS, W. J. & J. H. BESACH. 1994. Flowering plant reproductive systems. In: L. A. McDADE, K. S. BAWA, H. A. HESPENHEUDE & G. S. HARTSHORN (eds.). *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rainforest*. Chicago: Univ. of Chicago Press, pp. 161-182.
- LEVIN, D. & H. W. KESRTER. 1974. Gene flow in seed plants. *Evol. Biol.* 7: 139-220.
- LUDWIG, J. A. & J. F. REYNOLDS. 1988. *Statistical ecology*. Noe York, John Wiley & Sons, pp. 41-54.
- MORRIS, W. F. 1993. Predicting the consequences of plant spacing and biased movement for pollen dispersal by honey bees. *Ecology* 74(2): 493-500.
- MORRIS, W., P. KAREIVA & P. RAYMER. 1994. Do barren zones and pollen traps reduce gene escape from transgenic crops? *Ecol. Appl.* 4: 157-165.
- PYKE, G. H. & R. V. CATAR. 1992. The flight directionality of bumblebees: do they remember where they came from? *Oikos* 65: 321-327.
- RASMUSSE, I. R. & B. BROEDSGAARD. 1992. Gene flow inferred from seed dispersal and pollinator behaviour compared to DNA analysis of restriction site variation in a patchy population of *Lotus corniculatus* L.. *Oecologia* 89: 277-283.
- RAVEN, P. H., R. F. EVERT & S. E. EICHHORN. 2001. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 906 p.
- SANTOS, I. A. 1998. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. *Anais do Encontro sobre Abelhas* 3: 101-106.
- SEI - ANUÁRIO Estatístico da Bahia. 1999. Salvador, SEI, pp. 57-59.
- STANLEY, R. J. W. 1977. The pollination of flowers by insects. *Linn. Soc. Symp. Ser.* n. 6.
- IANA, B. F. 1999. Biodiversidade da apifauna e flora apícola das dunas da APA das Lagoas e Dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas interações. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- OSEL, S. & C. WESTERKAMP. 1991. Pollination: an integrating factor of biocenoses. In: A. SEITZ & V. LOESCHCKE (eds.). *Species conservation: a population- biological approach*, pp. 159-170.