

ANALISE DE SOBREVIVÊNCIA DE OPERÁRIAS ACOMPANHANTES DURANTE O TRANSPORTE DE RAINHAS DE *Apis mellifera* L.

Livia Cabral de Castro¹, André Oliveira Souza², Sebastião Martins Filho³

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, 36036-900, Juiz de Fora – MG, liwinhacabral@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-graduação em Estatística Aplicada e Biometria, 36570-000, Viçosa - MG, andreolisouza@gmail.com

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Informática: Área de Estatística, 36570-000, Viçosa - MG, martinsfilho@ufv.br

Resumo- A produção de mel e própolis nas colméias está em função de técnicas de manejo adequado, e entre estas, uma das mais importantes é a substituição de rainhas velhas por rainhas novas e selecionadas. Desta forma, este trabalho teve o objetivo de estudar a influência dos fatores idade, tipo de alimento e temperatura no tempo de sobrevivência de operárias acompanhantes durante o transporte de rainhas de *Apis mellifera* L. Foi utilizado o método não paramétrico de Kaplan-Meier e o teste logrank para estimar as funções de sobrevivência e fazer comparações entre grupos. Os maiores tempo de sobrevivência foram obtidos com as combinações operárias recém emergidas, temperatura ambiente, com qualquer um dos alimentos - cândi puro ou proteinado; e operárias com oito a nove dias, cândi puro e temperatura ambiente.

Palavras-chave: Abelhas africanizadas, Função de sobrevivência, Kaplan-Meyer, Teste Logrank.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

A atividade apícola tem se apresentado nos últimos anos como uma importante alternativa econômica. A flora diversificada associada às condições climáticas favoráveis e à possibilidade das abelhas terem atividades durante todo o ano, asseguram boas produções de mel e própolis.

O uso de técnicas adequadas de manejo oferece condições para o aumento desta produtividade. Entre estas técnicas, a utilização de rainhas novas e selecionadas é uma das mais importantes para melhorar o rendimento das colméias. A substituição de rainhas por iniciativa do apicultor e não ao acaso, leva a obtenção de colméias fortes e produtivas. Isso por que rainhas velhas não apresentam o rendimento de postura ideal, fazendo com que o enxame não se desenvolva adequadamente, e conseqüentemente, reduz a produtividade.

O produtor de rainhas deve oferecer seu produto com qualidade ao apicultor. A rainha deve resistir ao tempo de viagem e a introdução na colméia. Devido ao seu pequeno valor individual e tamanho, as rainhas normalmente são transportadas, desde os criatórios até os apiários consumidores, por via postal. Para a manutenção de um micro-clima favorável à sua sobrevivência durante o transporte, é utilizada uma pequena gaiola de madeira, que leva o nome do seu criador, Francis Benton. Esta gaiola tem uma face telada para ventilação e um compartimento para alimentação. No seu interior, juntamente com uma rainha, são colocadas de seis a oito operárias,

encarregadas de cuidar da rainha e de manter o micro-clima apropriado (SILVA, 1996). Desta forma, investigações no sistema de transporte de rainhas relacionadas com a longevidade devem ser feitas observando fatores, como idades das operárias acompanhantes, tipo de alimento utilizado, temperatura, entre outros fatores que possam contribuir para aumentar a sobrevivência da rainha durante o transporte.

Dados referentes ao tempo para ocorrência de um evento tais como, germinação de sementes, tempo até o aparecimento de sintomas de uma doença, entre outros, geralmente, são considerados em estudos de diversas áreas. Esta variável que mede o tempo para ocorrência de um evento é, em geral, denominada por tempo de falha. Análise de Sobrevivência ou Confiabilidade é um conjunto de técnicas estatísticas construídas com a finalidade de estudar mais apropriadamente este tipo de dados. Entre outras coisas, estas técnicas permitem levar em consideração a presença de censura, que é a observação parcial da resposta. Isto se refere às situações em que, por algum motivo, o acompanhamento da observação foi interrompido, seja pela morte do indivíduo ou término do estudo. Isto significa que toda informação referente à resposta se resume ao conhecimento de que o tempo de falha é superior àquele observado (COLOSIMO e GIOLO, 2006).

Este trabalho teve o objetivo de estudar a influência dos fatores idade, tipo de alimento e temperatura na sobrevivência das operárias

acompanhantes durante o transporte de rainhas de *Apis mellifera* L.

Metodologia

Os estudos foram conduzidos no Apiário Central da Universidade Federal de Viçosa localizado a 22°45'33.0" de latitude sul e 42°52'03.7" de longitude oeste, utilizando colônia de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*).

A colméia tipo recria-mista foi constituída de um ninho com 10 quadros, um núcleo com 5 quadros e um espaço para introdução de um quadro porta-cúpulas. Entre o ninho e o núcleo havia uma tampa com abertura de dimensões menores que o fundo do núcleo onde foi instalada uma tela excludora. Em cada recria-mista foi colocado um alimentador de alvado para fornecimento de alimentação suplementar.

O método Doolittle foi utilizado para produção de rainhas nas recrias-mista. A geléia real (100% pura) foi obtida a partir das próprias recrias-mista do apiário experimental da UFV. Após a coleta, a geléia real foi armazenada em fracos estéreis, mantida sob ausência de luz, na temperatura de -15°C até uso. Na transferência a geléia real utilizada foi diluída com água 50%.

Em todos os procedimentos de produção de rainha cada uma das recrias-mistas foi manejada semanalmente transferindo-se quadros com crias de operárias operculadas, próximas de emergirem, do ninho para o núcleo.

A transferência foi realizada com larvas de um a dois dias. Após a transferência o quadro porta-cúpula foi mantido por uma semana nas recrias, sendo que após este tempo as realeiras eram removidas e transferidas para um frasco de vidro e mantida em estufa a 32°C até a rainha emergir.

Foram testadas duas idades de operárias acompanhantes. Operárias recém emergidas, de um a dois dias (I1) e operárias de oito a nove dias (I2). Para cada idade foram escolhidos três quadros com crias próximas a emergirem. Cada quadro foi colocado em um porta-quadro telado a fim de que as abelhas ficassem presas ao emergirem. Após dois dias, os quadros I2 foram retirados e colocados em CO₂ por aproximadamente um minuto para a substituição do quadro com cria operculada por um quadro de alimento. Todos os quadros foram mantidos na colméia.

Foram produzidos dois tipos de cândi para serem introduzidos na gaiola de transporte. Cândi puro (C1); cândi proteinado (C2). Para a produção do cândi puro (C1) foram utilizados 300g de açúcar e 77,75g de mel, 150g foram reservados para serem colocados nas gaiolas. Para a produção do cândi proteinado foi utilizado 108,67g do cândi puro, adicionando 13,77g de extrato solúvel de soja (valor protéico 43,33%), 13,77g de

levedo de cerveja (valor protéico 40%), 13,77g de albumina (valor protéico 80%). Ao final da mistura adicionou-se 40,20g de mel para dar consistência ao cândi proteinado. O valor protéico do cândi (C2) ficou em torno 11%. Cada gaiola recebeu em média 3,4g de cândi, sete operárias acompanhantes e uma rainha. As gaiolas foram observadas durante 10 dias para verificar o tempo de sobrevivência das operárias e das rainhas.

Metade das gaiolas foi mantida em estufa com temperatura de 33°C (T1) e a outra metade foi mantida em temperatura ambiente (T2). A temperatura T2 foi mensurada diariamente e feita uma média entre a máxima e a mínima registrada durante o experimento, resultando uma temperatura média de 25°C.

As gaiolas de transporte foram divididas em oito grupos, conforme Tabela 1, tendo cada grupo cinco gaiolas (repetições).

Tabela 1 – Grupos de tratamentos fornecidos a operárias de *Apis mellifera* L. durante o transporte de rainhas

Grupos	Descrição
1	Operárias recém emergidas/Cândi puro/Temp. 33°C
2	Operárias recém emergidas/Cândi puro/Temp. ambiente
3	Operárias recém emergidas/Cândi proteinado/Temp. 33°C
4	Operárias recém emergidas/Cândi proteinado/Temp. ambiente
5	Operárias com oito a nove dias/Cândi puro/Temp. 33°C
6	Operárias com oito a nove dias/Cândi puro/Temp. ambiente
7	Operárias com oito a nove dias/Cândi proteinado/Temp. 33°C
8	Operárias com oito a nove dias/Cândi proteinado/Temp. ambiente

Foi utilizado o método não paramétrico de Kaplan-Meier para estimar as funções de sobrevivência de cada grupo e traçar suas curvas. Para comparação dos grupos foi utilizado o teste *logrank*. As análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico R (R Development Core Team, 2008).

Resultados

Na Figura 1 estão apresentadas as curvas de sobrevivência e na Tabela 2 as estimativas de Kaplan-Meier para os oitos grupos de tratamento fornecidos as operárias. Na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos testes *logrank* utilizados na comparação das curvas de sobrevivência.

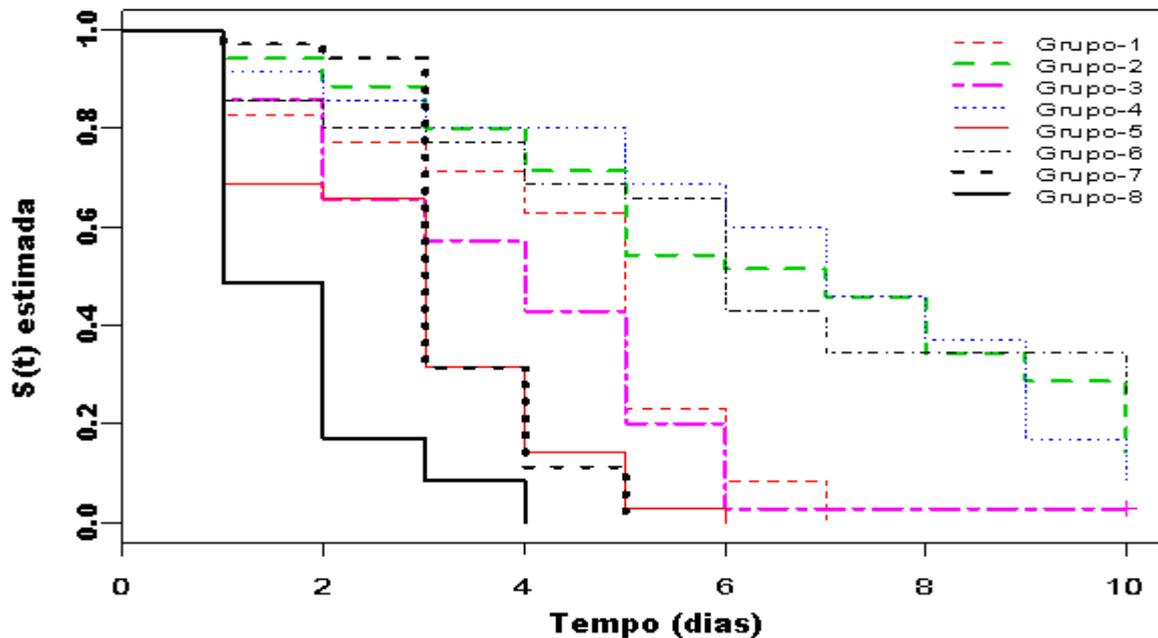


Figura 1 – Curvas de sobrevivência estimadas por Kaplan-Meier para oito grupos de tratamentos fornecidos a operárias de *Apis mellifera* L. durante o transporte de rainhas.

Tabela 2 – Estimativas de Kaplan-Meier para os grupos de tratamentos fornecidos a operárias de *Apis mellifera* L. durante o transporte de rainhas

Tempo (dias)	Função de sobrevivência	Erro Padrão	Intervalo de Confiança	
			2,5%	97,5%
Grupo 1				
0	1,0000			
1	0.8286	0.0637	0.7127	0.963
2	0.7714	0.0710	0.6441	0.924
3	0.7143	0.0764	0.5793	0.881
4	0.6286	0.0817	0.4873	0.811
5	0.2286	0.0710	0.1244	0.420
6	0.0857	0.0473	0.0290	0.253
7	0.0000	-	-	-
Grupo 2				
0	1,0000			
1	0.943	0.0392	0.8690	1.000
2	0.886	0.0538	0.7863	0.998
3	0.800	0.0676	0.6779	0.944
4	0.714	0.0764	0.5793	0.881
5	0.543	0.0842	0.4005	0.736
6	0.514	0.0845	0.3727	0.710
7	0.457	0.0842	0.3186	0.656
8	0.343	0.0802	0.2167	0.542
9	0.286	0.0764	0.1692	0.482
10	0.143	0.0591	0.0635	0.322
Grupo 3				
0	1,0000			
1	0.8571	0.0591	0.74871	0.981
2	0.6571	0.0802	0.51729	0.835
3	0.5714	0.0836	0.42890	0.761
4	0.4286	0.0836	0.29234	0.628
5	0.2000	0.0676	0.10310	0.388
6	0.0286	0.0282	0.00414	0.197

Grupo 4				
0	1,0000			
1	0.9143	0.0473	0.8261	1.000
2	0.8571	0.0591	0.7487	0.981
3	0.8000	0.0676	0.6779	0.944
5	0.6857	0.0785	0.5479	0.858
6	0.6000	0.0828	0.4578	0.786
7	0.4571	0.0842	0.3186	0.656
8	0.3714	0.0817	0.2414	0.572
9	0.1714	0.0637	0.0827	0.355
10	0.0857	0.0473	0.0290	0.253
Grupo 5				
0	1,0000			
1	0.6857	0.0785	0.54794	0.858
2	0.6571	0.0802	0.51729	0.835
3	0.3143	0.0785	0.19266	0.513
4	0.1429	0.0591	0.06346	0.322
5	0.0286	0.0282	0.00414	0.197
6	0.0000	-	-	-
Grupo 6				
0	1,0000			
1	0.857	0.0591	0.749	0.981
2	0.800	0.0676	0.678	0.944
3	0.771	0.0710	0.644	0.924
4	0.686	0.0785	0.548	0.858
5	0.657	0.0802	0.517	0.835
6	0.429	0.0836	0.292	0.628
7	0.343	0.0802	0.217	0.542
10	0.257	0.0739	0.146	0.452
Grupo 7				
0	1,0000			
1	0.971	0.0282	0.9178	1.000
2	0.943	0.0392	0.8690	1.000
3	0.314	0.0785	0.1927	0.513
4	0.114	0.0538	0.0454	0.287
5	0.000	-	-	-

Grupo 8				
0	1,0000			
1	0.4857	0.0845	0.3454	0.683
2	0.1714	0.0637	0.0827	0.355
3	0.0857	0.0473	0.0290	0.253
4	0.0000	-	-	-

Tabela 3 – Resultados dos testes logrank utilizados para as comparações dos grupos de tratamentos fornecidos a operárias de *Apis mellifera* L. durante o transporte de rainhas

Grupos Comparados	Estatística do teste	Valor p
1 x 2	15,2	< 0,001
1 x 3	1,0	0.308
1 x 4	22,3	< 0,001
1 x 5	15,6	< 0,001
1 x 6	13,5	< 0,001
1 x 7	14,3	< 0,001
1 x 8	37,7	< 0,001
2 x 3	14,4	< 0,001
2 x 4	0,1	0.753
2 x 5	31,9	< 0,001
2 x 6	0,3	0.571
2 x 7	28,9	< 0,001
2 x 8	52,0	< 0,001
3 x 4	19,2	< 0,001
3 x 5	6,6	0.0104
3 x 6	14,6	< 0,001
3 x 7	4,3	0.0387
3 x 8	27,2	< 0,001
4 x 5	38,0	< 0,001
4 x 6	0,5	0.465
4 x 7	34,6	< 0,001
4 x 8	52,4	< 0,001
5 x 6	29,7	< 0,001
5 x 7	0,6	0.421
5 x 8	13,4	< 0,001
6 x 7	26,4	< 0,001
6 x 8	43,0	< 0,001
7 x 8	32,9	< 0,001

Pode ser verificado na Figura 1 e Tabela 2 que os grupos 2, 4 e 6 apresentaram as maiores funções de sobrevivência, enquanto que o grupo 8 apresentou a menor função. Pode ser observado também, na Tabela 3, que a maioria das comparações foi significativa, indicando diferenças entre os grupos. No entanto, nas comparações entre os grupos 1x3, 2x4, 2x6, 4x6 e 5x7 os valores p foram muito superiores a 5%, indicando não haver diferenças significativa entre estas comparações.

Discussão

Dos resultados obtidos podemos verificar para os grupos que apresentaram maior tempo de sobrevivência, 2 (Operárias recém emergidas/Cândi puro/Temp. ambiente), 4 (Operárias recém emergidas/Cândi proteinado/Temp. ambiente) e 6 (Operárias com oito a nove dias/Cândi puro/Temp.

ambiente) que a temperatura ambiente de manutenção no transporte, é um fator de grande importâncias, e por conseqüência temperaturas mais elevadas acarretam menor tempo de sobrevivência. Pode ser verificado ainda, que há uma interação entre os fatores, isto é, há uma resposta diferenciada dependendo da combinação idade e alimento com a temperatura, o que é mostrado pelo grande número de diferenças significativas no teste *logrank*.

Estes resultados ficam mais evidentes quando se observa as comparações entre grupos que não apresentaram diferenças significativas, por exemplo, grupos 1x3, 5x7 e 2x4 demonstram que é indiferente utilizar o alimento cândi proteinado ou puro, para qualquer temperatura, quando as operárias são recém emergidas. No grupo 2x6 ficou evidente que na presença de cândi puro e temperatura ambiente a idade das operárias não tem influência e ainda para o grupo 4x6 na presença da temperatura ambiente não houve influência do alimento e da idade.

Conclusão

Pelas condições em que o trabalho foi desenvolvido podemos concluir que a sobrevivência de operárias acompanhantes esta relacionada com a combinação dos fatores, idade, alimento e temperatura.

Os maiores tempo de sobrevivência foram obtidos com as combinações: operárias recém emergidas, temperatura ambiente, com qualquer um dos alimentos - cândi puro ou proteinado; e operárias com oito a nove dias, cândi puro e temperatura ambiente.

A combinação operárias com oito a nove dias, cândi proteinado e temperatura ambiente demonstrou o menor tempo de sobrevivência.

Referências

- COLOSIMO, E.A.; GIOLO, S.R. **Análise de sobrevivência aplicada**. ABE - Projeto Fisher. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.
- R Development Core Team. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2008). ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- SILVA, E.C.A. Programa de produção de rainhas do Centro de Apicultura Tropical. In: 11º Congresso Brasileiro de Apicultura, 1996, Teresina. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. v. único. p. 233-237.