

Viruela aviar en especies silvestres (Passeriformes) en la isla Santa Cruz, Galápagos, Ecuador

Gustavo Jiménez Uzcátegui¹, David A. Wiedenfeld^{1,2} & Patricia G. Parker³

¹ Estación Científica Charles Darwin. Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.

² Austin, Texas 78731 USA. gjimenez@fcdarwin.org.ec, dwiedenfeld@dwiedenfeld.org

³ University of Missouri, Saint Louis, MO 63121, USA. pparker@umsl.edu

(Recibido: 23 de mayo de 2006)

ABSTRACT. Avian-pox affects domestic birds and approximately 60 wild species. The most affected groups are Passeriformes and many raptors. The study took place in the arid zone of Santa Cruz Island, Galápagos. Wild birds were captured using mist nets to identify which species, sex and age group were most affected, and whether there were seasonal changes in infection rate. The species recorded with avian-pox were nine, among which the most common were Darwin's finches and Galapagos Mockingbird (*Nesomimus parvulus*). According to sex (male, female) and age (adult, juvenile) statistical differences not exist among the number of sick birds. According the season not exist differences, but exists when the precipitation and temperature increase, possibly due to the enhanced abundance of mosquitoes which are mechanical vectors of this disease.

RESUMEN. La viruela aviar afecta a aves domésticas y alrededor de 60 especies silvestres. Los órdenes más afectados son Passeriformes y Falconiformes. El estudio se realizó en la zona árida de la isla Santa Cruz, Galápagos. Se capturaron aves silvestres con redes de neblina para conocer la especie, el sexo y la edad más afectada y la época climática donde es más común la enfermedad. Las especies con viruela aviar fueron nueve, entre las cuales se encontraban los pinzones de Darwin y el Cucuve de Galápagos (*Nesomimus parvulus*), entre otras aves. Según el sexo (macho, hembra) y según la edad (adulto, juvenil) no existen diferencias estadísticas entre el número de aves enfermas. Según la época climática tampoco existe diferencia del número de especies afectadas, pero si existe cuando la precipitación y temperatura aumentan, posiblemente porque existe mayor abundancia de mosquitos, los cuales, son los vectores mecánicos de la enfermedad.

KEY WORDS. Avian pox, season, vectors, Galápagos, Ecuador

Las islas Galápagos se encuentran en el Océano Pacífico a 960 km desde el continente ecuatoriano. El Archipiélago está conformado por 19 islas principales (SPNG 2007), entre las cuales la isla Santa Cruz se encuentra prácticamente en el centro. Se ha registrado 88 especies de aves que se reproducen y migran anualmente a Galápagos, de las cuales 23 son Passeriformes (Wiedenfeld 2006) y solamente 14 especies se encuentran en la isla Santa Cruz (FCD 2007).

La viruela aviar, difteria aviar o epiteloma contagioso, es una enfermedad viral causada por el *Avipoxvirus* ADN. La infección ha sido registrada en especies de aves silvestres y de compañía a nivel mundial (Merck & Co. 1993). Aproximadamente 60 especies representadas en 20 familias tienen reportes sobre esta enfermedad (Hansen 1999).

La viruela aviar tiene tres presentaciones:
1. Cutánea: infección de difusión lenta que

se caracteriza por el desarrollo de nódulos proliferativos en la piel que forman costras gruesas (Merck & Co. 1993); afecta a aves de caza y Passeriformes (Gerlach 1999). 2. Diftérica: presenta lesiones en el tracto digestivo y vías respiratorias superiores (Merck & Co. 1993); se observa en Psittaciformes, Phasianiformes y Columbiformes como en White-tailed laurel-pigeon *Columba junoniae* (Medina *et al.* 2004). 3. Septicémica: produce mortalidad entre el 70 al 99% de las aves afectadas sin una sintomatología clara; afecta a canarios y a variedades de pinzones (Gerlach 1999).

La viruela aviar junto a la malaria aviar *Plasmodium relictum* causaron grandes impactos en la avifauna de Hawaii (Wikelski *et al.* 2004) declinando las poblaciones y causando la extinción de especies nativas (Ralph & van Riper III 1985, Hansen 1999).

La transmisión de la viruela aviar se produce por contacto entre los compañeros a través de las abrasiones de la piel (Merck & Co. 2000). También, puede ser transmitida por la picadura de artrópodos que se encuentran en el hábitat, principalmente mosquitos. Las infecciones son más comunes cuando los mosquitos se encuentran en época reproductiva y son abundantes (Gerlach 1999). En Galápagos se han registrado varias especies de mosquitos, entre ellas: *Culex quinquefasciatus*, *Ochlerotatus taeniorhynchus*, y *Simulium bipunctatum* (Causton *et al.* 2006).

Aunque la viruela aviar ha sido registrada en Galápagos desde inicios del siglo XX (Duffy & Harcourt 1980, Stafford & Harmon 1983, Layson *et al.* 1987, Vargas 1987, Thiel *et al.* 2005, Parker *et al.* en prep.), se conoce poco sobre las especies afectadas y especialmente, las épocas cuando se producen las infecciones. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron: conocer las especies de Passeriformes que presenten sintomatología de viruela aviar cutánea en la zona árida de la isla Santa Cruz, así como conocer la afección de la enfermedad según la especie, sexo, edad y época climática.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el Barranco de la Estación Científica Charles Darwin (00°44,301'S, 90°18,101'W) que se encuentra en la zona árida en la isla Santa Cruz. Las aves se capturaron con una red de neblina 12 m de largo, 3 m de alto (36 m² de red). El esfuerzo de captura fue de 102 horas (06:00 hr a 10:30 hr durante 5 días, y 15:00 hr a 18:00 hr en una ocasión), con cuatro repeticiones (2001: Agosto, 2002: Abril-Mayo y Agosto, y 2003: Abril-Mayo).

Se tomaron datos a las aves capturadas: especie, sexo (macho, hembra o indeterminado para especies sin dimorfismo sexual), edad (juvenil, adulto según la coloración del plumaje), peso y estado de salud. Para el diagnóstico de viruela aviar, se examinó al ave clínicamente (observación, palpación) y cuando el individuo presentaba nódulos proliferativos en la piel (dedos, extremidades inferiores, ojos, alrededor del pico, cabeza), pérdida de dedos, señales de heridas o pústulas se lo consideró enfermo; caso contrario, sano. Algunas muestras de las pústulas

fueron analizadas con técnicas moleculares en la Universidad de Missouri y en el laboratorio del Servicio Parque Nacional Galápagos (Thiel *et al.* 2005).

Para la identificación de las aves y para evitar el doble registro en las capturas se colocaron anillos plásticos de colores a los individuos sanos, mientras que a los enfermos se les colocó anillos plásticos y metálicos en los tarsos.

En Galápagos existen dos épocas climáticas: la garúa-seca (julio-diciembre), caracterizada por una garúa frecuente pero con poca precipitación, y la época cálida-lluviosa (enero-junio), con mayores temperaturas y mayor precipitación.

Los análisis estadísticos fueron realizados en porcentajes, Chi cuadrado (χ^2) con corrección de Yates, donde se comparó entre sexo (macho, hembra), edad (adulto, juvenil) y entre sanos, enfermos según la época climática (cálida-lluviosa y garúa-seca) para observar si existen diferencias entre los grupos. Solamente se analizó las especies con una suficiente muestra (más de 25 individuos capturados).

También se realizó regresión lineal entre la viruela aviar (resultados de este y anteriores estudios: Duffy & Harcourt 1980, Stafford & Harmon 1983, Layson *et al.* 1987) y los factores climáticos (temperatura, precipitación) para determinar si existe una asociación con la enfermedad.

RESULTADOS

Total de aves sanas y enfermas. Durante el período de estudio se capturaron 622 individuos, de los cuales 76 (12%) presentaban sintomatología de viruela aviar (forma cutánea y diftérica) y 546 (88%) se encontraban sanas. En total se capturaron 11 especies de las cuales nueve fueron detectadas con sintomatología de viruela aviar (Cuadro 1).

Aves afectadas según el sexo. Estos resultados se presentan solo para especies con dimorfismo sexual: *D. petechia aureola* y pinzones de Darwin: géneros *Geospiza*, *Platyspiza* y *Camarhynchus*. El porcentaje de machos afectados fue el 12%, mientras que las hembras fue el 15%. Aplicando Chi cuadrado con corrección de Yates, entre las dos variables (machos vs. hembras) la diferencia no fue significativa (prueba $\chi^2 = 0,66$, g. l. = 1, $P = 0,407$).

Aves afectadas según la edad. El porcentaje de adultos afectados fue 15% mientras que los juveniles 11%. Aplicando Chi cuadrado entre adultos vs. juveniles con viruela aviar, se tiene como resultado que la diferencia no fue significativa (prueba $\chi^2 = 0,46$, g. l. = 1, $P = 0,497$).

Aves afectadas según la época climática. La proporción de todos individuos afectados varía entre épocas (Fig. 1), la mayor proporción de individuos afectados en la estación cálida-lluviosa fue en el 2002 (23,6%) y la menor proporción fue en el 2003 (4,6%). Mientras que en la época garúa-seca el máximo fue en el 2002 (14,7%) y la menor proporción fue en el 2001 (5,7%). La diferencia entre el número de individuos afectados vs. sanos en relación con las épocas climáticas, no fue significativa (prueba $\chi^2 = 2,06$, g.l. = 1, $P = 0,119$).

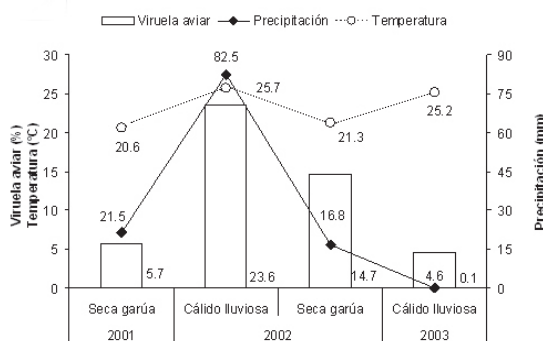


Figura 1. Comparación entre precipitaciones, temperatura y porcentaje de aves enfermas desde el 2001 al 2003.

Al realizar la regresión lineal entre precipitación y el porcentaje de individuos afectados (de este y anteriores estudios, Cuadro 2) fue $R^2=0,0523$ (Fig. 2), y entre la temperatura y el porcentaje de individuos afectados fue $R^2=0,3121$ (Fig. 3).

Igualmente, al comparar aves con viruela aviar vs. aves sanas en relación con las épocas climáticas solo en 2002, por presentar datos completos de año calendario y año climático normal. Se tiene como resultado que sí existe diferencia significativa (prueba $\chi^2 = 4,04$, g. l. = 1, $P = 0,044$).

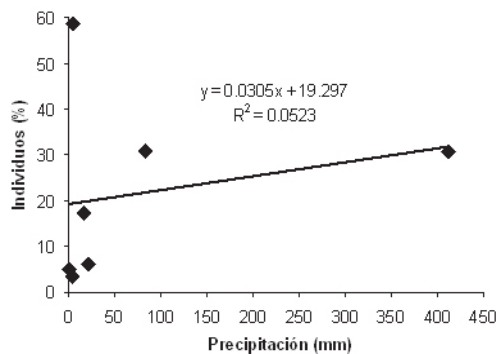


Figura 2. Regresión lineal entre la precipitación y el número de individuos afectados en los diferentes estudios. Datos tomados de Duffy & Harcourt 1980, Stafford & Harmon 1983, Layson *et al.* 1987 y de la presente investigación.

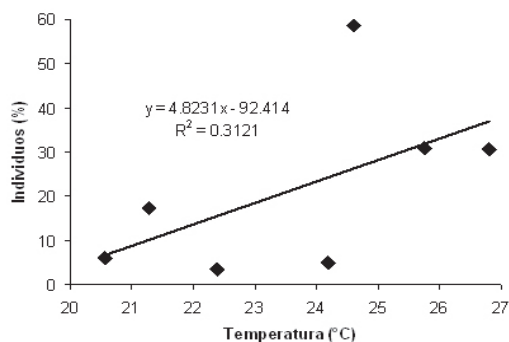


Figura 3. Regresión lineal entre la temperatura y el número de individuos afectados en los diferentes estudios. Datos tomados de Duffy & Harcourt 1980, Stafford & Harmon 1983, Layson *et al.* 1987 y de la presente investigación.

DISCUSIÓN

Las aves afectadas en la zona árida en la isla Santa Cruz con sintomatología de viruela aviar forma cutánea fueron Passeriformes, ratificando lo comentado por Gerlach (1999) que este orden es uno de los más susceptibles a esta enfermedad. La familia Mimidae fue la más afectada, con una alta frecuencia como mencionó Vargas (1987), seguida de los Fringillidae y Parulidae (solamente un

registro). Mientras que ninguno de los individuos de la familia Tyrannidae presentó indicios de la enfermedad, la cual si fue registrada en anteriores estudios (Stafford & Harmon 1983, Layson *et al.* 1987). Entonces, cabe mencionar, que el diagnóstico clínico preliminar se debe hacer cuidadosamente (Kleindorfer & Dudaniec 2006) y es preferible si existe el diagnóstico final de laboratorio (Thiel *et al.* 2005, Parker *et al.* en prep.). Por tal motivo, los individuos afectados de la familia Tyrannidae en 1983 y 1987 se les clasificaría como "parecido a viruela".

Se podría decir que existen "variedades" del *Avipoxvirus* ADN, como: *Canaripoxvirus*, *Fowlpoxvirus* y *Gallipoxvirus*, las cuales prácticamente afectan a sus respectivos "grupos de aves" (Thiel *et al.* 2005). En nuestro caso, las muestras de Passeriformes colectadas fueron afectadas por la variedad de *Canaripoxvirus* (Thiel *et al.* 2005), sin embargo no fueron afectadas todas las especies de este orden en la zona de estudio, pese a que si se capturó una mínima muestra.

Según el sexo, pese a capturar más machos que hembras enfermas, estadísticamente la prueba ji presenta que la diferencia no fue significativa entre las dos variables. Con estos resultados, se ratifica lo que describen Tripathy & Reed (1997) y Phalen (1997), indicando que esta enfermedad afecta a los dos sexos sin preferencia alguna.

En el caso de la edad, se confirma lo que describe Tripathy & Reed (1997), que esta enfermedad afecta a todas las edades. Cabe mencionar, que como toda enfermedad los adultos posiblemente superan con mayor facilidad en comparación con los juveniles. Sin embargo, se debe tener en cuenta lo que menciona Hansen (1999) y Valencia (*manuscrito no publicado*) que el número de individuos muertos por la viruela aviar forma cutánea y diftérica es insignificante, pero si ocurre Phalen (1997).

Las aves afectadas según la época climática, no tienen diferencia significativa, es decir, no importa la época climática para la enfermedad. Sin embargo, se debe observar que las lluvias han sido variables en las épocas de investigación (Fig. 1). Se menciona esto, porque usualmente en la época climática cálida-húmeda existe mayor cantidad de aves afectadas con viruela aviar, posiblemente por la mayor cantidad de mosquitos o vectores. Esto se comprobó con la regresión lineal entre la precipitación y la temperatura versus los porcentajes

de individuos afectados de esta investigación y de los anteriores estudios (Cuadro 2). Como resultado se tuvo una regresión positiva, es decir, que al aumento de la precipitación (mm), existirá un mayor de número de individuos enfermos (Fig. 2). Resumiendo, se puede mencionar que el incremento de la viruela aviar en Passeriformes de la zona Árida de la isla Santa Cruz se relaciona directamente con el aumento de precipitación y temperatura.

Ahora, la posible dispersión de la viruela aviar por el archipiélago "gracias a los vectores" es prácticamente tangible. El vector en Hawaii fue el *C. quinquefasciatus*, especie registrada en Galápagos (Causton *et al.* 2006), puede transmitir enfermedades como la viruela aviar, la malaria aviar y el Virus del Oeste del Nilo. Las especies de mosquitos registrados en Galápagos desde 1887-1888 (Howard 1889) hasta la actualidad, han aumentado su número y su población por el aumento de la migración humana (Peck *et al.* 1998). No obstante, se debe investigar ¿cuál especie de mosquito presente en la isla es el principal vector de la transmisión de esta enfermedad? y posiblemente ¿cómo combatirlo? para evitar lo ocurrido en Hawaii.

Las formas de la viruela aviar que afectaron a los Passeriformes en la isla Santa Cruz fueron cutánea y diftérica. El panorama se puede complicar cuando se presente la forma septicémica, donde las probabilidades de una investigación o intervención humana son bajas. Por tal motivo, es importante el monitoreo de salud de la avifauna en las diferentes islas del Archipiélago y elaborar un control de los vectores causantes de la dispersión de la enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Parque Nacional Galápagos, Fundación Charles Darwin, Universidad de Missouri y Zoológico de Saint Louis. Agradecimiento individual a Solanda Rea, Corina Gallardo, Francisco Cruz, Diógenes Aguirre, Tim Walsh, María Inés Baquero, Gilda Gallardo, Carolina Calderón, Piedad Lincango y Javier Zabala por su colaboración en este estudio. Esta investigación está dedicada a la memoria de Elizabeth Uzcátegui Mendoza de Jiménez y Gustavo Jiménez Cadena.

LITERATURA CITADA

- Causton, C., C. J. Hodgson, B. Landry, S. B. Peck, L. Roque-Albelo & B. J. Sinclair. 2006. Alien Insects: Threats and Implications for the Conservation of the Galápagos Islands. *Conservation Biology and Biodiversity* 99(1):121-143.
- Duffy, D. & S. Harcourt. 1980. Investigaciones sobre el "avian pox", distribución y efectos de la enfermedad en las aves de Galápagos. Informe anual 1980. Estación Científica Charles Darwin. Puerto Ayora, Ecuador. 4p.
- FCD. 2007. Base de datos de Vertebrados. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Ecuador.
- Gerlach, H. 1999. Viruses. *In*: Ritchie B., G. Harrison & L. Harrison (eds.). *Avian medicine: principles and application*. Wingers Publishing, Inc. Lake Worth, Florida, USA. pp. 862-948.
- Hansen, W. 1999. Avian pox. *In*: USGS. *Field manual of Wildlife diseases. General field procedures and diseases of birds*. Madison, WI., USA. pp. 163-169.
- Howard, I. 1889. Scientific results of explorations by the US fish commission steamer albatross. No. V. Annotated catalogue of the insects collected in 1887-1888. USA.
- Kleindorfer, S. & R. Dudaniec. 2006. Increasing prevalence of avian poxvirus in Darwin's finches and its effect on male pairing success. *J. Avian Biol.* 22: 247-253.
- Layson, H., B. Hepler & T. Wilkinson. 1987. Avian pox study. Informe técnico para la Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Ecuador. 3p.
- Medina, F. M., A. Hernández & G. A. Ramírez. 2004. Avian pox in White-tailed Laurel-pigeons from the Canary Island. *Journal of Wildlife Diseases* 40(2): 351-355.
- Merck & CO., Inc. 1993. El manual Merck de veterinaria. Un manual de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de enfermedades para el veterinario. Cuarta edición en español. Barcelona, España. 2092 p.
- Merck & CO., Inc. 2000. El manual Merck de veterinaria. Quinta edición en español. Océano Grupo Editorial. Barcelona, España. 2558p.
- Peck, S., J. Heraty, B. Landry & B. Sinclair. 1998. Introduced insect fauna of an Oceanic Archipiélago: The Galápagos Island, Ecuador. *American Entomologist* 44: 218-236.
- Phalen, D. N. 1997. Viruses. *In*: Altman, R. B., S. L. Clubb, G. M. Dorrestein & K. Quesenberry (eds.). *Avian medicine and surgery*. W. B. Saunders company. Philadelphia, Pennsylvania, USA. pp. 281-322.
- Ralph, J. & C. van Riper III. 1985. Historical and current factors affecting Hawaiian native birds. *In*: *Bird Conservation*, Vol. II. (S. Temple, Ed.). University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA. pp. 7-42.
- SPNG 2007. Servicio Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Ecuador. <http://www.galapagospark.org/png/interna.php?IDPAGINA=2&SECCIONPAS=Sobre%20Galápagos&IDTIPOPAS=1&TIPOPAS=Galápagos> Junio 2007.
- Stafford, M. & W. Harmon. 1983. A survey for blood parasites in the Galápagos. Informe técnico para la Estación Científica Charles Darwin y Servicio Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Ecuador. 6p.
- Thiel, T., N. K. Whiteman, A. Tirape, M. Baquero, V. Cedeño, T. Walsh, G. Jiménez-Uzcátegui & P. G. Parker. 2005. Characterization of Canarypox-like Viruses Infecting Endemic Birds in the Galápagos Islands. *Journal of Wildlife Diseases* 41(2): 342-353.
- Tripathy, D. N. & W. M. Reed. 1997. Pox. *In*: Calnek, B.W., H. J. Barnes, C. H. Beard, L. R. McDougald & Y. M. Saif (eds.). *Diseases of poultry*. Tenth edition. Iowa State University press. Ames, Iowa, USA. pp. 643-659.
- Vargas, H. 1987. Frequency and effect of pox-like lesions in Galapagos Mockingbirds. *J. Field Orn.* 58(2): 101-102.
- Wiedenfeld, D. A. 2006. The avifauna of the Galapagos Islands, Ecuador. *Check List* 2(2): ISSN: 1809-127X. <http://www.checklist.org.br>. Junio 2007.
- Wikelski, M., J. Foufopoulos, H. Snell, & H. Vargas. 2004. Galapagos birds and diseases: Invasive pathogens as threats for island species. *Ecology and Society* 9(1): 5.

Cuadro 1. Número de aves con viruela aviar, número total de aves capturadas y porcentaje de aves afectadas en el período de 2001 a 2003.

| Nombre común | 2001 | 2002 | | | 2003 | Total especie |
|---|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | Garúa seca | Cálida húmeda | Garúa seca | Total | Cálida húmeda | |
| Cucuve de Galápagos <i>Nesomimus parvulus</i> | 2/14 (14%) | 8/14 (57%) | 2/6 (33%) | 10/20 (50%) | 1/11 (9%) | 13/45 (29%) |
| Pinzón vegetariano <i>Platypiza crassirostris</i> | 0/3 (0%) | 6/15 (40%) | 4/16 (25%) | 10/31 (32%) | 1/13 (8%) | 11/47 (23%) |
| Pinzón de cactus <i>Geospiza scandens</i> | 0/4 (0%) | 2/14 (14%) | 3/6 (50%) | 5/20 (25%) | 1/5 (20%) | 6/29 (21%) |
| Pinzón de tierra grande <i>Geospiza magnirostris</i> | 0/5 (0%) | 0/8 (0%) | 5/8 (63%) | 5/16 (31%) | 0/9 (0%) | 5/30 (17%) |
| Pinzón de tierra mediano <i>Geospiza fortis</i> | 2/26 (8%) | 12/38 (32%) | 2/25 (8%) | 14/63 (22%) | 2/33 (6%) | 18/122 (15%) |
| Pinzón de tierra pequeño <i>Geospiza fuliginosa</i> | 4/42 (10%) | 7/22 (32%) | 4/47 (9%) | 11/69 (16%) | 2/47 (4%) | 17/158 (11%) |
| Pinzón de árbol pequeño <i>Camarhynchus parvulus</i> | 0/6 (0%) | 1/3 (33%) | 3/31 (10%) | 4/34 (12%) | 0/12 (0%) | 4/52 (8%) |
| Canario María <i>Dendroica petechia aureola</i> | 1/53 (2%) | 0/15 (0%) | 0/14 (0%) | 0/29 (0%) | 0/17 (0%) | 1/99 (1%) |
| Pinzón de árbol grande <i>Camarhynchus psittacula</i> | 0/0 (%) | 1/1 (100%) | 0/0 (%) | 1/1 (100%) | 0/0 (%) | 1/1 (100%) |
| Papamoscas <i>Myiarchus magnirostris</i> | 0/4 (0%) | 0/27 (0%) | 0/3 (0%) | 0/30 (0%) | 0/4 (0%) | 0/38 (0%) |
| Pinzón carpintero <i>Cactospiza pallida</i> | 0/0 (%) | 0/0 (%) | 0/1 (%) | 0/1 (%) | 0/0 (%) | 0/1 (0%) |
| Total | 9/157 (6%) | 37/157 (24%) | 23/157 (15%) | 60/314 (19%) | 7/151 (5%) | 76/622 (12%) |

Cuadro 2. Comparación entre precipitaciones y porcentaje de aves enfermas en todos los estudios.

| Año | Aves sanas | | Aves enfermas | | Temp. (°C) | Precip. (mm) | Fuente |
|-------------------|------------|----|---------------|----|------------|--------------|-----------------------------|
| | Número | % | Número | % | | | |
| 1980 | 1334 | 97 | 45 | 3 | 22,4 | 3,4 | Duffy & Harcourt (1980) |
| 1983 | 62 | 77 | 19 | 31 | 26,8 | 412,3 | Stafford & Harmon (1983) |
| 1987 | 169 | 63 | 99 | 59 | 24,6 | 3,9 | Layson <i>et al.</i> (1987) |
| 2001 ² | 148 | 94 | 9 | 6 | 20,6 | 21,5 | este estudio |
| 2002 ¹ | 120 | 76 | 37 | 31 | 25,7 | 82,45 | este estudio |
| 2002 ² | 134 | 85 | 23 | 17 | 21,3 | 16,8 | este estudio |
| 2003 ¹ | 144 | 95 | 7 | 5 | 24,2 | 0,1 | este estudio |

¹. Época climática cálida-lluviosa. ². Época climática garúa-seca.