

Proteínas del plasma y grupos sanguíneos ABO y Rh del gorrión común (*Passer domesticus*) en dos localidades de Costa Rica

Jenny Reynolds

Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

(Recibido para su publicación el 15 de enero de 1982)

Abstract: The house sparrow (*Passer domesticus*) invaded Costa Rica in 1974 or early 1975 and is now established throughout the country in ecologically varied areas. Four plasma proteins: transferrin, ceruloplasmin, haptoglobin and albumin, and the blood groups of the ABO and Rh systems were studied in two populations from two ecologically different localities: Santa Cruz (54 m), Guanacaste Province and Cartago (1440 m), Cartago Province. Five different electrophoretic patterns were obtained for transferrin, implying the presence of at least three segregating alleles in both populations. These were present in both localities, with pattern 1 predominating in Cartago (44%) and pattern 4 in Santa Cruz (35%). The other three (Hp, Alb, Cer) were monomorphic. Individuals belonging to the AB blood group (66%) and Rh⁺ (85%) predominated in both localities. This genetic structure is probably determined by the migratory behavior, the colonization system of the species, the effective population size and random processes. Possible modes of adaptation of this group in Costa Rica are discussed.

La capacidad de colonización, adaptación y dispersión del gorrión común, *Passer domesticus*, en diversos lugares y ambientes es un fenómeno reconocido (Robbins, 1973; Johnston y Klitz, 1977; Smith, 1980). En Costa Rica ingresó probablemente durante la primera mitad de la última década y actualmente se halla establecido en diferentes localidades en todo el país, incluso en áreas muy distintas ecológicamente (Reynolds y Stiles, 1982). En este sentido, el gorrión ofrece una oportunidad poco común para estudios prospectivos de los mecanismos evolutivos, genéticos y ecológicos de adaptación a ambientes diferentes.

Los estudios de marcadores genéticos en *P. domesticus* son relativamente pocos (Bush, 1967; Bush *et al.*, 1970; Klitz, 1972, 1973; Manwell y Baker, 1975), en regiones de clima templado. Existe consenso en el sentido que el género posee muchos loci monomórficos y baja heterocigosis (Johnston y Klitz, 1977; Nevo, 1978). No hay referencias específicas a climas tropicales.

En el presente trabajo se analizaron las frecuencias y variaciones de algunos marcadores genéticos, proteínas del plasma y los grupos

sanguíneos de los sistemas ABO y Rh, en dos poblaciones de *P. domesticus* en Costa Rica con características ecológicas muy diferentes.

MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares de *Passer domesticus* analizados fueron capturados en dos localidades costarricenses: Santa Cruz de Guanacaste y Cartago Centro, que presentan condiciones ambientales diferentes, como se detalla en el Cuadro 1. Los especímenes fueron capturados entre las cinco y las ocho de la mañana durante los meses de enero a julio de 1980 y 1981, utilizando redes ornitológicas, y se mantuvieron vivos hasta su llegada al laboratorio. Las muestras de sangre obtenidas por decapitación del ave se recogieron directamente en tubos de 10 x 75 mm, con anticoagulante ACD. Posteriormente la sangre fue centrifugada, obteniéndose el plasma para el análisis de las proteínas y los eritrocitos para la determinación de los grupos sanguíneos. El plasma se conservó a una temperatura de -80 C hasta el momento del análisis. Los grupos sanguíneos se determinaron inmediatamente.

CUADRO 1

Condiciones ambientales, densidad de la población humana y densidad aproximada de las dos colonias del gorrion común en estudio en Costa Rica. 1981

Localidad	Precipitación* anual (mm ³)	Número meses* secos	Temp. media* anual (°C)	Elevación* (metros)	Población** humana	Población <i>P. domesticus</i>	Muestra estudiada
Santa Cruz	1877,5	4	28,5	54	12332	150	31
Cartago	1527,9	4	18,5	1440	75761	150	19

Fuente: * Instituto Metereológico Nacional. Archivos 1979, 1980.
** Costa Rica, Dirección General de Estadística y Censos, 1979.

CUADRO 2

Proteínas del plasma y grupos sanguíneos de los sistemas ABO y Rh de Passer domesticus en dos localidades de Costa Rica

Marcadores genéticos	Santa Cruz		Cartago		Total		
	N	frecuencia	N	frecuencia	N	Frecuencia	
PROTEINAS DEL PLASMA							
Transferrina (n = 49)	1	5	0,161	8	0,444	13	0,265
	2	5	0,161	4	0,222	9	0,184
	3	8	0,258	4	0,222	12	0,245
	4	11	0,355	2	0,111	13	0,265
	5	2	0,065	0	0,000	2	0,041
Haptoglobina	1	31	1,000	19	1,000	50	1,000
Ceruloplasmina	1	31	1,000	19	1,000	50	1,000
Albúmina	1	31	1,000	19	1,000	50	1,000

GRUPOS SANGUINEOS

Sistema ABO (n = 21)	A	2	0,154	2	0,250	4	0,190
	B	0	0,000	0	0,000	0	0,000
	AB	11	0,846	3	0,375	14	0,667
	O	0	0,000	3	0,375	3	0,146
Sistema Rh (n = 21)	Rh ⁺	3	0,231	0	0,000	3	0,143
	Rh ⁻	10	0,769	8	1,000	18	0,857

Fueron analizadas cuatro proteínas del plasma: transferrina (Tf), albúmina (Alb), haptoglobina (Hp) y ceruloplasmina (Cer) mediante la técnica de electroforesis vertical en geles de acrilamida al 7%, usando 40 mA/gel durante tres horas. Las muestras fueron de 5 microlitros de plasma con una parte de sucrosa; para el análisis de la haptoglobina se agregó una parte de la hemoglobina del pájaro. La albúmina se diluyó 1:50 en el amortiguador ("buffer") del puente (tris-ácido cítrico).

Se utilizaron amortiguadores de tris-glicina a un pH de 8,5 para tres de las proteínas (Tf, Cer y Hp); tris-ácido cítrico a pH 8,9 (amortiguador del gel) y tris-ácido bórico (amortiguador del puente). Para la tinción de la transferrina se utilizó ácido 5-sulfosalicílico durante una hora y posteriormente Coomassie Blue-G por treinta minutos. La tinción para la haptoglobina y la ceruloplasmina se hizo simultáneamente en el mismo gel. Se agregó una solución de O-dianisidina según la metodología de Maurer y Allen (1972) y el gel fue incubado por tres horas a 41 C a fin de detectar las bandas de ceruloplasmina. Inmediatamente después se agregó H₂O₂ para poner en evidencia las bandas de haptoglobina. Para teñir la albúmina se utilizó una solución de Coomassie Blue-G y ácido perclórico.

Los grupos sanguíneos de los sistemas ABO y Rh se determinaron con antiseros comerciales (American Hospital Supply Corp.) anti-A, anti-B y anti-D, con un título final de 1/64; también se utilizó lectina anti-H de *Ulex europaeus* para detectar la sustancia H. Las determinaciones se hicieron con el método de tubo, en soluciones de eritrocitos al 5% en solución fisiológica al 9%. La intensidad de aglutinación se cuantificó de la siguiente manera: 0 = ninguna aglutinación, 1 = escasa, 2 y 3 = moderada y 4 = fuerte.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de las proteínas del plasma y los grupos sanguíneos de los sistemas ABO y Rh. Los loci para haptoglobina, ceruloplasmina y albúmina son monomórficos en ambas poblaciones. El locus de la transferrina es muy polimórfico ya que fueron detectados cinco patrones electroforéticos (1 a 5) que involucran al menos tres alelos segregando en las poblaciones con frecuencias altas. Sin embargo, las frecuencias de las variantes de trans-

ferrina cambian bastante dentro de las poblaciones, especialmente la No. 1 y la No. 4, la primera más frecuente en Cartago (0,444) y la segunda en Santa Cruz (0,355). Por otra parte, el patrón 5 de la transferrina aparece solamente en Santa Cruz. Sin embargo, la muestra obtenida de este último es pequeña. No existe correlación significativa entre la variación de los electromorfos de la transferrina con la edad del ave ($r = 0,06$; $p < 0,05$), medida según el grado de osificación del cráneo, ni con el sexo. En la Figura 1 están representados gráficamente los diferentes patrones electroforéticos de las proteínas del plasma.

Los resultados obtenidos con los grupos sanguíneos ABO y Rh (Cuadro 2) muestran que existe una mayor frecuencia de aves del grupo AB (0,667) en el país y no aparecieron individuos del grupo B; predominan los Rh⁻, aunque hubo tres ejemplares con grupo Rh⁺ en Santa Cruz. La intensidad de la aglutinación generalmente fue moderada (2 a 3) y fuerte (4) y las cantidades de sustancia H, incluso en pájaros de grupo O, fue mínima. Estos resultados son semejantes a los encontrados por Ferrell (1966) en *Melospiza melodia* y por Norris (1963, citado por Ferrell, 1966) para otros miembros del grupo de los passeriformes.

DISCUSION

De los seis loci estudiados, solamente dos de ellos son polimórficos: el de la transferrina y el que determina los grupos sanguíneos del sistema ABO. Estos resultados coinciden con los hallados por Klitz (1972, 1973), Manwell y Baker (1975) y Nevo (1978), quienes describen la escasa variabilidad genética, expresada en la cantidad de loci polimórficos y la heterocigosis, de *Passer domesticus* en particular y passeriformes en general. Los resultados obtenidos en Costa Rica muestran que existe cierta variabilidad en el locus de la transferrina y en su frecuencia dentro de cada población, lo cual se pone en evidencia por el predominio de la variante electroforética No. 1 de esta proteína en Cartago y de la variante No. 4 en Santa Cruz. Probablemente esto se deba más al comportamiento reproductivo propio de cada población, determinado en su mayor parte por su relativamente pequeño tamaño efectivo y reproductivo, lo cual podría además favorecer procesos aleatorios; la diferencia entre poblaciones y la presencia de la variante 5 únicamente en Santa Cruz sería indicio de esto.

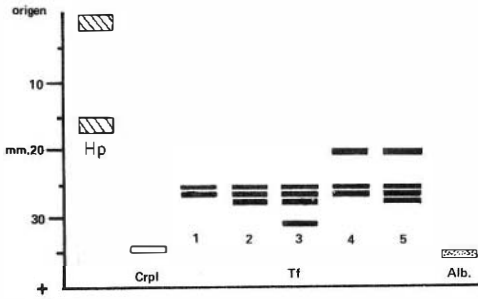


Fig. 1. Posición y patrón electroforético de cuatro proteínas del plasma en *Passer domesticus* en Costa Rica. Hp = haptoglobina; Crpl = ceruloplasmina; Tf = transferrina; Alb. = albúmina.

Por otra parte, es posible que el mecanismo de colonización de la especie constituya un factor digno de ser tomado en cuenta al explicar la estructura genética de estas poblaciones. Existe alguna evidencia de que el ave se desplaza en grupos que se establecen en los centros de los pueblos y ciudades en donde encuentran condiciones adecuadas de alimentación y anidación. Una vez que estos grupos se han establecido y se hallan en pleno crecimiento, se fisian y los subgrupos resultantes se desplazan hacia nuevos lugares, aún antes de que las colonias originales hayan alcanzado el nivel de saturación (Reynolds y Stiles, 1982). Este mecanismo indudablemente propicia el hecho de que la estructura genética de la nueva colonia dependa de la suma total de genotipos de los fundadores, fenómeno que es aleatorio en buena parte, y que la diversidad que se adquiere en el tiempo, a partir de la fundación de la población, dependa más de las combinaciones genéticas del grupo original y del posible intercambio de migrantes entre grupos cercanos.

Es difícil percibir el efecto de la selección natural a este nivel basándose en los resultados obtenidos. Aparentemente las presiones ambientales y selectivas no han afectado los loci estudiados, y la plasticidad evolutiva característica de este grupo estaría más determinada por otro tipo de genes estructurales y reguladores. Sin embargo, se hacen necesarios análisis más detallados de otros loci que involucren diversas fases del desarrollo del ave. Esto ha sido confirmado con respecto a la enzima lactato deshidrogenasa y a las esterasas (Bush, 1967). Según se aprecia en los resultados, no

hay relación significativa entre las variaciones observadas en transferrina y la edad y sexo del ave. Esto no coincide con observaciones de otros autores con respecto a estas y otras proteínas en aves diferentes del gorrion común (Sibley y Johnsgard, 1959; Sibley y Hendrickson, 1970). Estos investigadores señalan que algunas de las variaciones son aparentemente debidas a factores tales como sexo, estación, edad y estado de salud del ave. Los resultados obtenidos a nivel génico, que ponen de manifiesto un alto grado de monomorfismo en la especie, contrastan con los hallados a nivel morfológico al comparar poblaciones americanas y europeas (Johnston y Selander, 1973) y poblaciones norteamericanas y costarricenses. En un estudio simultáneo realizado en Costa Rica, se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones costarricenses y las norteamericanas en cuanto a ciertas medidas de huesos y de morfología externa, así como en coloración, época reproductiva y costumbres alimenticias.

Cabe hacer notar que es difícil establecer cuál es en realidad la diferencia a nivel genético entre poblaciones de Costa Rica y de Norte América, ya que otros investigadores (Klitz, 1972; Johnston y Klitz, 1977) no han descrito con exactitud los patrones electroforéticos encontrados, por ejemplo para el locus de la transferrina. Estos autores mencionan la existencia de tres alelos diferentes para la transferrina en poblaciones europeas y norteamericanas, pero no es posible llevar a cabo una comparación con los resultados del presente estudio, ya que en su comunicación no se muestran las variantes electroforéticas ni se describen con exactitud las técnicas que se utilizaron. En este sentido el presente estudio constituye un primer intento para establecer una técnica individual para el análisis de cada proteína en esta especie. Por otra parte, lo mismo ocurre con los sistemas ABO y Rh, descritos para *P. domesticus* por primera vez aquí, aunque las frecuencias de los grupos sanguíneos detectadas son semejantes a las halladas en otros passeriformes en los Estados Unidos (Ferrell, 1966). Un detalle relevante es la ausencia de aglutinación con anti-H de pájaros pertenecientes al grupo O, lo que sugiere un mecanismo de biosíntesis distinto del establecido (Fudenberg *et al.*, 1978) o sitios antigénicos diferentes en los eritrocitos que no reaccionan con la lectina de *Ulex europaeus*.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al biólogo Jorge Azofeifa Navas por su amplia y valiosa colaboración en la parte técnica de esta investigación; al Dr. Richard F. Johnston y al señor Robert C. Fleischer, de la Universidad de Kansas, por la colaboración durante la parte inicial de la colecta, el asesoramiento y la donación de parte de los reactivos utilizados; también al Dr. Ramiro Barrantes por la revisión y corrección del manuscrito. La investigación fue financiada, en su mayor parte, con fondos del Proyecto No. 791053 de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

RESUMEN

El gorrión común (*Passer domesticus*) llegó a Costa Rica en 1974 o a principios de 1975. Actualmente se encuentra establecido prácticamente en todo el país, en áreas muy variadas ecológicamente. Se llevó a cabo un estudio de la frecuencia de cuatro proteínas del plasma: transferrina, haptoglobina, ceruloplasmina y albúmina y de los grupos sanguíneos del sistema ABO y Rh en dos poblaciones establecidas en localidades ecológicamente diferentes: Santa Cruz de Guanacaste (54 m) y Cartago (1440 m) en Costa Rica. Se obtuvieron cinco patrones electroforéticos para la transferrina, que implican la presencia de al menos tres alelos segregando en las poblaciones. Estos se presentan en ambas localidades con predominio del patrón 1 (44%) en Cartago y del patrón 4 (35%) en Santa Cruz. Los otros tres loci (Hp, Alb y Cer) son monomórficos. Predominan en ambas localidades los individuos del grupo sanguíneo AB (66%) y Rh⁻ (85%). Es posible que esta estructura genética esté determinada por el comportamiento migratorio y el mecanismo de colonización de la especie, el tamaño efectivo de las poblaciones y por procesos aleatorios. Se discuten posibles medios de adaptación del grupo en Costa Rica.

REFERENCIAS

- Bush, F.M. 1967. Developmental and populational variation in electrophoretic properties of dehydrogenases, hydrolases and other blood proteins of the house sparrow, *Passer domesticus*. Comp. Biochem. Physiol., 22: 273-287.
- Bush, F.M., J.R. Price & J.I. Townsend. 1970. Plasma esterases, their definitions and status as isozymes in the house sparrow. Int. J. Biochem., 1: 85-107.
- Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos. 1979. Población de la República de Costa Rica por Provincias, Cantones y Distritos. Estimación al 1 de julio de 1979. No 44. Ministerio de Economía, Industria y Comercio. San José, Costa Rica.
- Ferrell, G.T. 1966. Variation in blood group frequencies in populations of song sparrows of the San Francisco Bay Region. Evolution, 20: 369-382.
- Fudenberg, H.G., J.R.L. Pink, An-Chuan Wang, & S.D. Douglas. 1978. Basic Immunogenetics. 2d ed. Oxford University Press, New York. 262 p.
- Johnston, R.F. & W.J. Klitz. 1977. Variation and evolution in a granivorous bird: the house sparrow. p. 15-51. In Granivorous Birds in Ecosystems. International Biological Programme. Vol. 12. Cambridge University Press.
- Johnston, R.F. & R.K. Selander. 1973. Evolution in the house sparrow III. Variation in size and sexual dimorphism in Europe, North and South America. Amer. Nat., 107: 373-390.
- Klitz, W.J. 1972. Genetic consequences of colonization: The house sparrow in North America. Ph.D. Dissertation. University of Kansas. Lawrence, Kansas. 37 p.
- Klitz, W.J. 1973. Empirical population genetics of the North American house sparrow. Ornith. Monographs, 14: 34-37.
- Manwell, E.C., & C.M. Ann Baker. 1975. Molecular Genetics of Avian Proteins. VIII. Protein polymorphism in three species of Australian passerines. Part XII. Comp. Biochem. Physiol., 50B: 471-477.
- Maurer, H.R., & R.C. Allen. 1972. Useful buffer and gel systems for polyacrylamide gel electrophoresis. Z. Klin. Chem. u. Klin. Biochem., 10: 220-225.
- Nevo, E. 1978. Genetic variation in natural populations: Patterns and theory. Theoret. Pop. Biol., 13: 121-177.
- Reynolds, J., & F. G. Stiles. 1982. Distribución y densidad de poblaciones del gorrión común (*Passer domesticus*; Aves: Ploceidae) en Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 30: 65-71.
- Robbins, C.S. 1973. Introduction, spread and present abundance of the house sparrow in North America. Ornith. Monographs, 14: 3-9.
- Sibley, C.G., & F.A. Johnson. 1959. Variability in the electrophoretic patterns of avian serum proteins. Condor, 61: 85-95.

Sibley, C.G., & H.T. Hendrickson. 1970. A comparative electrophoretical study of avian plasma proteins. *Condor*, 72: 43-49.

Smith, N.J.H. 1980. Further advances of house sparrows into the Brazilian Amazon. *Condor*, 82: 109-111.