



Artículo original | Inmunohematología

# Distribución antigénica y fenotípica del sistema Duffy en donantes de sangre atendidos en el Banco de Sangre del Hospital Nacional de Niños, 2024

Juan Manuel Zamora Zamora<sup>1</sup>

**AFILIACIONES:** Banco de Sangre, Laboratorio Clínico, Hospital Nacional de Niños

**RESUMEN.** La frecuencia antigénica y fenotípica de los grupos sanguíneos difieren significativamente de una región geográfica a otra y entre diferentes grupos étnicos. Conocer la frecuencia fenotípica de los grupos sanguíneos en la población costarricense reviste especial importancia en la inmunohematología. La fenotipificación sanguínea en donantes y receptores es de gran importancia en la práctica transfusional.

El objetivo del presente estudio fue determinar la frecuencia de los antígenos del sistema sanguíneo Duffy, así como la de sus cuatro fenotipos en una cohorte de 300 donantes de sangre.

Los resultados obtenidos muestran una alta heterocigosidad antigénica. La frecuencia obtenida para los antígenos Fya corresponden a un 68.1% y la del Fyb a un 71%. El fenotipo con mayor prevalencia obtenido en este estudio fue el Fy (a+b+) con un 39.2% seguido Fy (a-b+) 31.6 %, Fy (a+b-) 28.6 % y el fenotipo nulo Fy (a-b-) 0.7%

Las frecuencias obtenidas son similares con las descritas a nivel nacional en el año 2000. Además, se encontró mucha similitud con la frecuencia descrita por para el continente europeo y la población caucásica.

**PALABRAS CLAVE.** grupos sanguíneos, sistema Duffy, antígenos, fenotipos, distribución geográfica

**ABSTRACT.** The antigenic and phenotypic frequency of blood groups differs significantly from one geographic region to another and among different ethnic groups. Knowing the phenotypic frequency of blood groups in the Costa Rican population is of special importance in immunohematology. Blood phenotyping in donors and recipients is of great importance in transfusion practice.

The aim of the present study was to determine the frequency of the Duffy blood system antigens and their four phenotypes in a cohort of 300 blood donors.

The results obtained show a high antigenic heterozygosity. The frequency obtained for the Fya antigens corresponds to 68.1% and that of Fyb to 71%.

**Dirección para correspondencia,**  
dirigida a:

Juan Manuel Zamora Zamora  
jmzamorz@ccss.sa.cr

**Recibido:** 20 de abril 2025

**Aceptado:** 15 de julio 2025

**Publicado:** 30 de julio 2025

The phenotype with the highest prevalence obtained in this study was Fy (a+b+) with 39.2%, followed by Fy (a-b+) 31.6%, Fy (a+b-) 28.6% and the null phenotype Fy (a-b-) 0.7%

The frequencies obtained are similar to those described at national level in 2000. In addition, a great similarity was found with the frequency described for the European continent and the Caucasian population.

**KEYWORDS.** blood groups, Duffy system, antigens, phenotypes, geographical distribution.

**INTRODUCCIÓN.** El gen del sistema FY que codifica la proteína portadora los antígenos presenta tres alelos Fy\*A, Fy\*B y Fy\*, hoy identificado como Fy\*BES (ESerythrocyte silent) (Pérez et al., 2021). La combinación de estos alelos produce cuatro fenotipos posibles: Fy (a+b-), Fy (a+b+), Fy (a-b+) y Fy (a-b-).

Los antígenos del sistema del sistema Duffy: Fya y Fyb están plenamente desarrollados desde el nacimiento. Los anticuerpos anti Fya y Fyb suelen ser IgG y se detectan en la fase de antiglobulina. Ambos pueden causar anemia hemolítica del feto y el recién nacido y reacción hemolítica transfusional (Maheshwari et al.,2025) El anticuerpo anti Fya es por lo general más frecuente y mucho más reactivo que el anti Fyb.

Asimismo, el sistema Duffy reviste especial importancia clínica por su función de receptor de citoquinas, su papel en enfermedades inflamatorias (Saha et al.,2024) y por ser receptor para para los merozoitos de Plasmodium vivax y su relación con la Malaria. (Sari et al.,2024),( Brown et al.,2021), (Haiyambo et al., 2021).

Los antígenos del sistema Duffy han sido utilizados como marcador antropogenético debido a que presenta marcados patrones de diferenciación geográfica. (Howes et al.,2011). Factores como la malaria, las migraciones, el mestizaje, el aislamiento y la endogamia hacen que la distribución fenotípica del sistema Duffy varíe de una zona geográfica a otra y de un grupo étnico a otro. (Alvarez et al.,2020)

Un ejemplo claro es la distribución geográfica del alelo Fy\*0, el cual presenta una frecuencia alélica superior al 90% en el África subsahariana, un 80% en Madagascar, un 50% en la Península Arábiga y un 11% en la India. En el continente americano, la frecuencia del Alelo Fy\*0 fluctúa del 5 al 20% a lo largo de la costa atlántica y caribeña, (Howes et al.,2011).

En este mismo estudio de Howes y colaboradores, se mapea la distribución alélica global del sistema Duffy. El alelo Fy\*B alcanza su mayor frecuencia en Europa Central donde se observa una alta heterocigosidad: Fy\*A 71.39% y Fy\*B 71.40% A partir de allí, la frecuencia del alelo Fy\*B disminuye notablemente hasta observarse el predominio del alelo Fy\*A de un 80% en el sur de Asia y más de un 90% en Alaska y el noroeste de Canadá.

Conocer cómo se distribuyen los antígenos y los fenotipos de los sistemas sanguíneos en una población es muy importante para asegurar transfusiones más seguras y poder predecir la probabilidad de encontrar unidades de sangre con determinado fenotipo. (Muñiz.,2022)

En Costa Rica, solo existe un estudio de frecuencia fenotípica publicado por Marín en el año 2000. El objetivo de este estudio es estudiar la frecuencia actual de los antígenos y fenotipos del sistema Duffy en una población de 300 donantes de sangre.

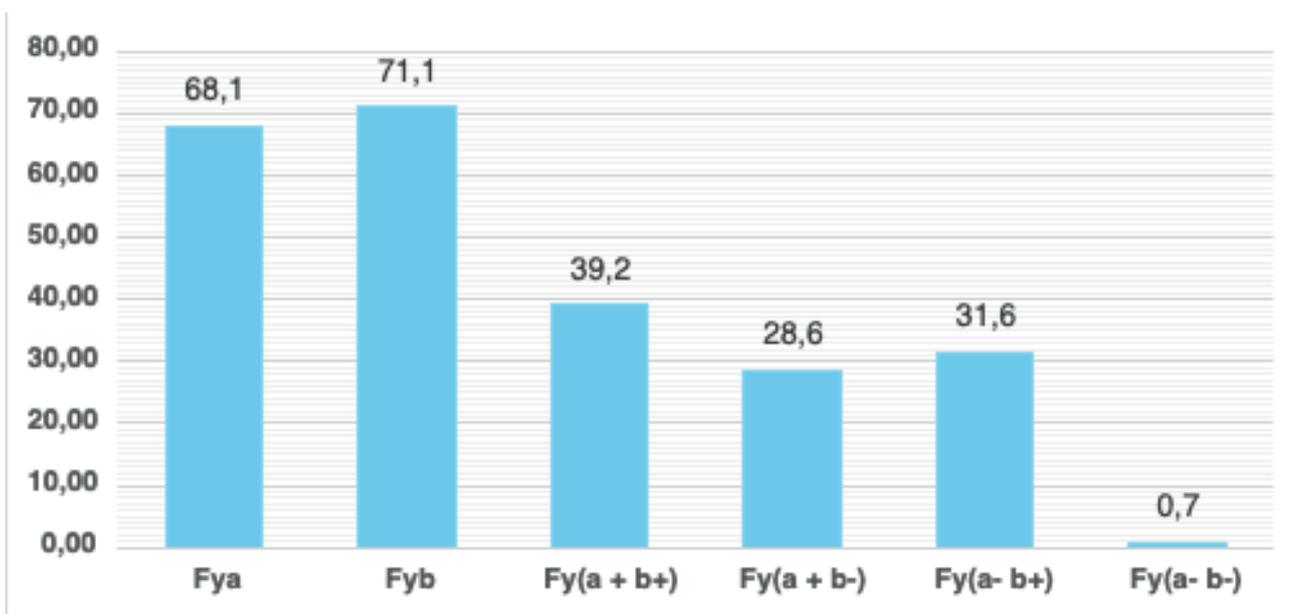
**METODOLOGÍA.** Se analizó 300 muestras de todos donantes aceptados en el banco de sangre en los meses de agosto y setiembre del 2024.

Las muestras fueron obtenidas por venopunción en tubos con ácido etilendiaminotetraacético tripotásico (K3EDTA) como anticoagulante. Cada muestra de sangre fue analizada de rutina para determinar grupo Rh y fenotipo CcEe y Kell siguiendo la metodología descrita para los Cassettes de ORTHO BioVue®System.

Para la determinación del fenotipo Duffy, se utilizó los antisueros monoclonales de la marca Gamma -Clone® siguiendo el procedimiento descrito en el inserto. La fase de antiglobulina indirecta se realizó en cassette de antiglobulina de la marca ORTHO BioVue®System.

Los datos obtenidos fueron tabulados y analizados utilizando el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

**RESULTADOS.** Se analizó 300 muestras de sangre de todos los donantes aceptados en el Banco de Sangre del Hospital Nacional de Niños Carlos Sáenz Herrera en los meses de agosto y setiembre del 2024. Los resultados obtenidos se observan en la figura 1



**Figura 1.** Figura 1: Frecuencia antigénica y fenotípica del sistema Duffy en donantes de sangre atendidos en el Bando de Sangre del HNN en los meses de setiembre y octubre del 2024

El antígeno que presentó la mayor frecuencia fue el Fyb con un 71,1 %.

El Fya estuvo presente en el 68,1 % de las los donantes estudiados.

La frecuencia fenotípica del sistema Duffy muestra que el fenotipo más frecuente es el heterocigoto Fy(a+b+) 39,2%, seguido del Fy(a-b+) homocigoto para el antígeno 31,6% Fyb. El Fy(a+b-) presentó una frecuencia del 28,6%. Por último, el fenotipo nulo Fy(a-b-) estuvo presente en el 0,7% de las muestras analizadas.

La comparación de frecuencia fenotípica obtenida y su comparación con el estudio previo en Costa Rica se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.** Distribución fenotípica del sistema sanguíneo Duffy en donantes de sangre y comparación con los datos de Marín, 2000.

Fenotipos	Este estudio	Marín,2000
Fy(a + b+)	39,2%	43,72%
Fy(a + b-)	28,6%	24.71%
Fy(a- b+)	31,6%	30.53%
Fy(a- b-)	0,7%	1.04%

También, se comparó las frecuencias fenotípicas obtenidas en el estudio actual con la frecuencias descritas a nivel global y en diferentes continentes. Los resultados comparativos se ilustran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Comparación de la frecuencia fenotípica del sistema Duffy obtenidos en este estudio con la frecuencia global y en diferentes continentes.

Distribución	Frecuencia de los fenotipos			
	Fy (a+b-)	Fy (a+b+)	Fy (a-b+)	Fy (a-b-)
<b>Global</b>	33,48%	29,88%	22,65%	13,99%
<b>América</b>	35,69%	35,11%	23,72%	5,48%
<b>Asia</b>	61,21%	22,18%	13,40%	3,21%
<b>África</b>	11,77%	12,74%	21,93%	53,57%
<b>Europa</b>	28,45%	42,95%	28,45%	0,15%
<b>Este estudio</b>	28,60%	39,20%	31,60%	0,70%

**DISCUSIÓN.** Los resultados obtenidos en este estudio evidencian una distribución antigénica y fenotípica del sistema sanguíneo Duffy en la población costarricense que refleja una notable estabilidad genética en comparación con estudios previos. La alta heterocigosidad observada y la predominancia de los antígenos Fya (68.1%) y Fyb (71.1%) se mantienen en línea con lo reportado por Marín y Sánchez (2000). Esto sugiere una continuidad genética sostenida a lo largo del tiempo, posiblemente reflejo de una baja presión selectiva sobre este sistema eritrocitario en esta población.

El fenotipo más frecuente, Fy(a+b+), con una prevalencia del 39.2%, también coincide con lo reportado por Marín y Sánchez (2000), lo que respalda la consistencia del perfil fenotípico en el país. En cuanto al fenotipo nulo Fy(a-b-), su baja frecuencia (0.7%) se encuentra dentro del rango esperado para poblaciones no africanas, donde este fenotipo es raro, reforzando el carácter minoritario de la influencia genética africana en la población evaluada (Howes et al., 2011).

La comparación con los datos globales reportados por Howes et al. (2011) indica una clara similitud con la distribución alélica y fenotípica del sistema Duffy en poblaciones europeas. Este hallazgo se ve respaldado por el estudio de ancestría genética de Campos, Barrantes y Raventós (2016), que señala un predominio de la herencia europea en la población costarricense (48.5%), con componentes amerindios y africanos en proporciones menores. Esta correlación entre los perfiles fenotípicos del sistema Duffy y los datos de ancestría genética resalta la utilidad de este sistema como un marcador antropogenético válido y robusto (Pérez et al., 2021).

A pesar de la baja frecuencia del alelo FY\*0, este no es despreciable (0.7%) e indica la presencia de un componente africano en la población. Debemos considerar que esta frecuencia puede aumentar en regiones específicas como la Caribeña o Chorotega, donde la influencia africana es más marcada alcanzando un 30.5% y un 14.1%, respectivamente. (Campos et al., 2016). Este dato cobra relevancia clínica, considerando que el fenotipo Fy(a-b-) se asocia con resistencia a infecciones por *Plasmodium vivax* (Abagero et al., 2024) y con particularidades transfusionales que pueden generar desafíos en la compatibilidad eritrocitaria (Maheshwari & Killeen, 2025).

Desde una perspectiva clínica, los hallazgos del presente estudio refuerzan la necesidad de incorporar la tipificación del sistema Duffy en la práctica transfusional rutinaria, especialmente en pacientes politransfundidos o con enfermedades hematológicas como la talasemia y la drepanocitosis, donde la aloinmunización es un riesgo latente. La baja frecuencia de ciertos fenotipos, como Fy(a-b-), también justifica el desarrollo de un banco de donantes fenotipados extendidamente que permita cubrir las necesidades transfusionales especiales (Alvarez & Cañarte., 2022).

Además, los resultados respaldan la pertinencia de implementar pruebas moleculares de genotipación que permitan diferenciar con precisión entre fenotipos nulos reales y variantes silentes, lo cual es esencial en pacientes con transfusiones recientes menores a los 3 meses o con prueba de antiglobulina directa positiva, condiciones que hacen imposible la fenotipación. (Mitra & Barnhard., 2020)

En resumen, el estudio no solo aporta datos actualizados sobre la distribución del sistema Duffy en Costa Rica, sino que también subraya su importancia en el contexto de la antropología genética y la medicina transfusional. Futuros estudios que incluyan otras regiones del país y que integren análisis moleculares podrían enriquecer aún más el entendimiento de la diversidad genética y sus implicaciones clínicas.

Finalmente, el estudio contribuye al conocimiento de la diversidad genética en Costa Rica y establece una base comparativa útil para futuras investigaciones en inmunohematología y genética poblacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abagero, K. M., Tadesse, F. G., Dagne, H., & Golassa, L. (2024). Detection of Duffy blood group genotypes and submicroscopic Plasmodium infections using molecular diagnostic assays in febrile malaria patients. *Malaria Journal*, 23\*, 194. <https://doi.org/10.1186/s12936-024-04875-5>
- Alvarez, A., Jiménez, E & Vergara, L. (2020). Distribución Fenotípica de los Sistemas ABO, Rh y DUFFY en Donantes de un Banco de Sangre del Municipio de Valledupar, 2020. Universidad de Santander.
- Álvarez, H & Cañarte. (2022). Fenotipificación sanguínea en donantes y receptores. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento De La investigación Y publicación científico-técnica multidisciplinaria)*. ISSN : 2588-090X . Polo De Capacitación, Investigación Y Publicación (POCAIP), 7(4), 1928-1951.
- Brown, C. A., Pappoe-Ashong, P. J., Duah, N., Ghansah, A., Asmah, H., Afari, E., & Koram, K. A. (2021). High frequency of the Duffy-negative genotype and absence of Plasmodium vivax infections in Ghana. *Malaria journal*, 20(1), 99. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03618-0>
- Campos, R., Barrantes, R., & Raventos, H. (2016). Composición genética de la población costarricense. Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica. Semanario Universidad
- Haiyambo, D. H., Aleksenko, L., Mumbengegwi, D., Bock, R., Uusiku, P., Malleret, B., Rénia, L., & Quaye, I. K. (2021). Children with Plasmodium vivax infection previously observed in Namibia, were Duffy negative and carried a c.136G > A mutation. *BMC infectious diseases*, 21(1), 856. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06573-y>
- Howes, R. E., Patil, A. P., Piel, F. B., Nyangiri, O. A., Kabaria, C. W., Gething, P. W., Dewi, M., Temperley, W. H., Burgert, C. R., Williams, T. N., Weatherall, D. J., & Hay, S. I. (2011). The global distribution of the Duffy blood group. *Nature Communications*, 2(1), 266. <https://doi.org/10.1038/ncomms1265>
- Maheshwari, A., & Killeen, R. B. (2025). Duffy Blood Group System. In StatPearls.StatPearlsPublishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563219/>
- Marín, M., & Sánchez, L. (2000). Fenotipos, genotipos y genes del Sistema Duffy en Costa Rica. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 22(3), 135–140.
- Mitra, A., & Barnhard, S. (2020, December 2). Red blood cell antigen phenotyping and genotyping. *Laboratory Best Practice blog*. <https://health.ucdavis.edu/blog/lab-best-practice/red-blood-cell-antigen-phenotyping-and-genotyping/2020/12>
- Muñiz-Díaz, E. (2022). La transfusión de hematíes de fenotipo idéntico: ¿a quién y cuándo? *Revista Mexicana de Medicina Transfusional*, 14(Supl. 1), s85–s91. <https://doi.org/10.35366/107033>
- Pérez, A., Hernández, C., Sánchez, L., & Calderón, R. (2021). Antropología, genética y epidemiología del grupo sanguíneo eritrocitario Duffy: Un enfoque multidisciplinar. *Revista Española de Antropología Física*, 43, 56–74.
- Saha, S., Khanppanavar, B., Maharana, J., Banerjee, R., Korkho, V., & Shukla, A. (2024) Molecular mechanism of distinct chemokine engagement and functional divergence of the human Duffy antigen receptor. *Cell*, Volumen 187, Número 17, 4751-4769.e25
- Sari, B.,Tjamin,Y., & Mariandayani,H. (2024). Negative Duffy defense strategy: resistance mechanisms against vivax malaria. *Acta Haematologica*