



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**COMPLEJO REGIONAL SUR**

**PREVALENCIA DE ANTÍGENOS ERITROCITARIOS ABO Y Rh EN  
DONADORES Y RECEPTORES, EXPERIENCIA DE UN BANCO DE  
SANGRE EN TEHUACÁN**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MÉDICO CIRUJANO Y PARTERO**

PRESENTA:

**STEPHANY JOSEFINA MARTÍNEZ  
ORTIZ.**

ASESOR EXPERTO

**DRA. ANA ISABEL HERNÁNDEZ BLAS.**

ASESOR METODOLÓGICO

**D. EN C. FRANCISCO LÁZARO  
BALDERAS GÓMEZ.**

TEHUACÁN, PUEBLA, AGOSTO 2020

## DEDICATORIA

En memoria de María del Carmen Rosendo Olivares, mi abuelita, quien siempre tuvo las palabras correctas para los peores momentos, por ser de las primeras personas en confiar y alentar mis sueños, por todo su amor incondicional y por marcar mi vida de la manera más hermosa. Te amo, siempre fuiste mi motivación.

A los héroes de mi historia, mis padres: Leticia Ortiz Rocha y Gabriel Rodolfo Martínez Rosendo; sin su educación, sacrificios, consejos y paciencia todos estos años yo no habría podido llegar hasta este momento. Sus palabras de aliento nunca me dejaron caer.

A mis hermanas, Karen Leticia Martínez Ortiz y Guadalupe del Carmen Martínez Ortiz; quienes desde el primer día de este viaje hermoso han depositado su confianza en mí y ayudaron en múltiples ocasiones a que este sueño se hiciera realidad.

A mi yo de hace ocho años, tú lo puedes todo, de los fracasos también se aprende, ¡Lo lograste!

## AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Lázaro Francisco Balderas Gómez y a la Doctora Ana Isabel Hernández Blas por ser una guía en todo este proceso, por el tiempo invertido y por todos esos consejos que me ayudaron a culminar con este proyecto.

A la química Martha Nayeli Flores Andrade, con mucho cariño, por aceptar subirse en este barco conmigo, brindarme tiempo, sonrisas y ayudarme a ser más disciplinada.

A la química Elizabeth Galicia García por dejarme invadir su espacio las últimas semanas, por todos los consejos personales brindados y por la alegría de haberla encontrado en mi vida.

Al Banco de Sangre del Valle de Tehuacán por abrirme las puertas y prestarme los medios para la realización de este trabajo.

A mi persona, Massiel Márquez Lara, por soportarme en mis peores momentos, por ser mi colchón en cada caída, por esas pláticas inmensas en la madrugada, por calmar mis crisis de la “vida adulta”, por ser mi incondicional.

A mis hermanas de otra madre, Ariadna Amairany De Rosas López y Daniela Martínez Miravete, gracias por motivarme cada día, por alegrar mis días grises, por tomar mi mano en cada aventura arriesgada, por celebrar mis triunfos, pero sobre todo por estar ahí detrás mío en las caídas más grandes (saben que un pedacito de esto es suyo también).

## ÍNDICE

1.- RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	6
3. ANTECEDENTES	7
3.1. ANTECEDENTES GENERALES	7
3.2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	10
3.2.2 Sistemas sanguíneos	14
3.2.3 Sistema ABO	15
3.2.4 Sistema Rh	27
3.2.5 Prevalencia	33
3.2.6 Determinación del sistema sanguíneo ABO	41
3.2.7 Generalidades	43
3.2.8 Definiciones	49
3.2.9 Métodos de laboratorio y pruebas	58
3.2.10 Determinación del grupo sanguíneo ABO	61
3.2.11 Determinación del factor Rh	63
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	66
5. OBJETIVOS	67
6. MATERIAL Y MÉTODOS	68
9. RESULTADOS	69
10. DISCUSIÓN	79
11. CONCLUSIONES.	82
12.- BIBLIOGRAFÍA	83

## 1.- RESUMEN

El descubrimiento de los grupos sanguíneos ABO por el científico Karl Landsteiner en 1901 y posteriormente del sistema sanguíneo Rh por Levine y Stetson marcaron una pauta muy importante en la historia de la transfusión sanguínea. Se han descrito cuatro grupos sanguíneos principales que se conocen con las letras O, A, B y AB, los cuales al igual que el factor Rh se obtienen mediante pruebas de tipificación por aglutinación en tubo o tarjeta de gel. En el estado de Puebla existe una deficiencia de estudios que nos hablen sobre la prevalencia de los grupos sanguíneos, por lo tanto, el objetivo de esta revisión es determinar la prevalencia de antígenos eritrocitarios ABO y Rh en donadores y receptores de la ciudad de Tehuacán.

Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo y retrospectivo, en el que se seleccionaron a todos los pacientes registrados en la base de datos del Banco de Sangre del Valle de Tehuacán, los cuales acudieron a esta institución para donar sangre o solicitar algún componente o derivado sanguíneo entre el 1 de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019.

Se analizaron 6,394 donadores de los cuales la mayoría corresponde al género masculino en un 88%, la prevalencia de grupos sanguíneos ABO en donadores fue para grupo O 85%, A 12%, B 3% y AB 0,08%, mientras para grupo Rh la frecuencia fue Rh (+) 98,73% y Rh (-) 1,27%.

Se analizaron 3,352 muestras pertenecientes a los receptores donde la mayoría corresponde al género femenino en un 60%, la prevalencia de grupo sanguíneo ABO en los receptores fue para grupo O 81%, A 14%, B 4% y AB 0,57%, mientras para grupo Rh la frecuencia fue Rh+ 99,31% u Rh- 0,69%.

**Conclusiones:** El grupo sanguíneo O fue el más frecuente en donadores y receptores con un 85% y 81% respectivamente. El factor Rh (+) se mostró con una prevalencia de 99% para ambos grupos estudiados. El género con mayor prevalencia en donación fue el masculino con un 88%, mientras que el género con mayor demanda en los receptores fue el femenino en un 60%. Los resultados obtenidos en este trabajo fueron semejantes y cercanos en comparación con las estadísticas nacionales.

## 2. INTRODUCCIÓN

La terapia transfusional es una herramienta médica con la cual podemos salvar la vida de un paciente o mejorar rápidamente una situación grave, como algunos tratamientos puede tener efectos adversos, complicaciones y además puede incluir riesgos que pueden tener consecuencias graves o mortales a pesar de los estrictos controles que preceden a la transfusión. En décadas pasadas, múltiples progresos a nivel bioquímico y de genética molecular han contribuido a explicar la estructura y función de las moléculas de membrana o antígenos de las células rojas.

El descubrimiento de los grupos sanguíneos ABO por el científico Karl Landsteiner en 1901 y posteriormente del sistema sanguíneo Rh por Levine y Stetson han marcado un momento muy importante en la historia de la transfusión sanguínea, ya que a lo largo de la historia se ha dado a conocer la importancia de este líquido vital en diferentes patologías médicas. Actualmente existe conocimiento acerca de las posibles complicaciones al trasfudir sangre lo cual, ha sido explicado por la diversidad de grupos existentes. La distribución de los cuatro grupos sanguíneos A, B, AB y O varía en las diferentes poblaciones en el mundo y depende de la frecuencia de los tres alelos del gen ABO expresados en las poblaciones, siendo más frecuente el grupo O, seguido del grupo A, grupo B y grupo AB (8).

Existen 3 hipótesis que se han postulado, las cuales hacen referencia a la migración poblacional como factor de riesgo para la diversidad en cuanto a grupos sanguíneos en México. La disponibilidad de la sangre y sus componentes es un asunto de orden público e interés nacional porque es un bien irremplazable y necesario, cuya única fuente de obtención es el ser humano y el cual debe emplearse en condiciones de equidad, raciocinio y humanidad en el acceso.

Los médicos tenemos la responsabilidad de saber hacer buen uso de éste recurso y sobre todo de conocer a su población, es ahí donde radica la importancia de saber cuáles son los grupos sanguíneos más frecuentes en los habitantes de la región de Tehuacán y aún más tener conocimiento sobre el porcentaje de personas aproximado que tenemos con grupos sanguíneos poco frecuentes, esto como una medida preventiva encaminada a los tratamientos de urgencia.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Antecedentes generales

“Las transfusiones de cualquier componente sanguíneo constituyen una práctica indispensable para la atención de pacientes cuyas condiciones clínicas no pueden ser tratadas con otras tecnologías sanitarias. Contar con existencias suficientes de estos componentes en los hospitales adquiere importancia crítica para la salud de la población” [1].

“Las transfusiones de sangre están indicadas en las hipovolemias del shock traumático o quirúrgico, hemorragias obstétricas, anemias crónicas, intoxicaciones, hipocoagulabilidad, desnutrición, enfermedad hemolítica del recién nacido (EHRN), entre otras afecciones” [2].

Por lo tanto, la terapia transfusional se convierte en una intervención que puede salvaguardar la vida o mejorar una condición grave, no obstante, como algunos tratamientos puede tener efectos adversos y algunas complicaciones agudas o tardías, así mismo puede incluir riesgos que conllevan a consecuencias graves o mortales a pesar de los estrictos controles que preceden a la transfusión [3].

“En la década pasada, múltiples progresos a nivel bioquímico y de genética molecular han ayudado a explicar la estructura y función de las moléculas de membrana o antígenos de las células rojas” [4].

El descubrimiento de los grupos sanguíneos ABO por el científico Karl Landsteiner en 1901 y posteriormente del sistema sanguíneo Rh por Levine y Stetson han marcado una pauta muy importante en la historia de la transfusión sanguínea [5,6]. Si bien se descubrió cuán importante y vital es este recurso ante un suceso crítico, en la actualidad se sabe que sólo puede obtenerse por medio de otro ser humano, mediante donación, no existe a la fecha método por el cual se pudiera fabricar una sustancia parecida con todo y sus componentes, este hecho lo ha vuelto por completo un arma de doble filo, ya que en su mayoría, puede salvar una vida, pero al mismo tiempo perjudicarla si no se realizan todas las pruebas necesarias para

una transfusión segura e incluso si no se puede conseguir sangre del tipo que se requiere en una urgencia.

Actualmente existe conocimiento acerca de las principales reacciones adversas y posibles complicaciones al trasfudir sangre, las cuales pueden ir desde urticaria o prurito leve hasta anafilaxia y muerte, la diversidad de los grupos conocidos y algunos detalles como las enfermedades previas que padecían los primeros donadores eran situaciones en las cuales no se profundizaba, sin embargo, posterior a diferentes sucesos que con el tiempo fueron ocurriendo, se crearon normas específicas para salvaguardar la integridad y estado de salud de la población, se normo a cada banco de sangre para que estos tuvieran diversos filtros de análisis y con ello poder ofrecer componentes sanguíneos y hemoderivados seguros.

“La variación en cuanto a distribución de los cuatro grupos sanguíneos A, B, AB y O en las diferentes poblaciones del mundo, depende de la frecuencia de los tres alelos del gen ABO expresados en estas mismas, siendo el principal y más frecuente el grupo O, seguido del grupo A, grupo B y grupo AB”.

Existen 3 hipótesis que se han postulado las cuales tienen como principal factor de riesgo a la migración poblacional, se han realizado diversos estudios los cuales reportan una diferencia significativa, siendo más evidente en la parte norte de nuestro país , donde el grupo O sigue siendo el más frecuente pero en el grupo A aumenta la frecuencia, ayudándonos a comprender así que esta distribución pudiera en algún momento tener cierto patrón distributivo.

“Por otro lado, el número de unidades de sangre para las transfusiones necesarias en una comunidad en particular, no siempre ha de tener relación directa con el número de habitantes. Las tasas de prevalencia varían según la epidemiología de los factores que determinan dichos trastornos, la capacidad local de diagnosticarlos y la cobertura de los servicios de salud”.

Los servicios de salud deben contar con existencia suficiente de componentes sanguíneos que sean acordes a los diversos tipos sanguíneos de los receptores y eficaces para tratar las deficiencias en los pacientes, al mismo tiempo que estén libres de agentes nocivos para el organismo, esto, para brindar transfusiones

eficaces, oportunas y seguras. Del mismo modo, deben considerar las condiciones de almacenamiento y los períodos de tiempo apropiados para cada tipo de componente desde el momento de su preparación, las circunstancias en las que deben y pueden transfundirse de acuerdo al sexo, la edad y la historia clínica del paciente[1].

Los médicos tenemos la responsabilidad de saber hacer buen uso de éste recurso y sobre todo de conocer a nuestra población, es ahí donde radica la importancia y finalidad de este trabajo, el cual es determinar la frecuencia de los grupos sanguíneos en los habitantes de la región de Tehuacán y tener conocimiento sobre el porcentaje aproximado de personas que tenemos con grupos sanguíneos poco frecuentes, esto como una medida preventiva encaminada a los tratamientos de urgencia en áreas hospitalarias y que en su momento basado en ello sirva para que el banco de sangre de Tehuacán este lo suficientemente abastecido y así la disponibilidad de estos recursos no se encuentre limitada.

## 3.2. Antecedentes específicos

### Aspectos históricos

Con el paso de los años se han dado a conocer diferentes avances científicos, de los más importantes fue descubrir los componentes que conforman la sangre, un mililitro de ésta contiene aproximadamente de 4.5 a 5.5 millones de eritrocitos, de 5,000 a 10,000 leucocitos y de 150,000 a 400,000 plaquetas suspendidos en un líquido denominado plasma el cual se encuentra constituido principalmente por agua, electrolitos, proteínas, glucosa y lípidos. Cada componente lleva a cabo una tarea específica, por ejemplo, la principal función de la sangre es el transporte de nutrientes, así como de productos de síntesis proveniente de tejidos y células, transportar oxígeno y ayudar a mantener el equilibrio ácido-base, los leucocitos en cambio contribuyen en conjunto con las proteínas del plasma en el mecanismo de defensa y las plaquetas por su parte intervienen en procesos de coagulación de la sangre para evitar hemorragias de importancia clínica [7].

La historia de la sangre, se remonta a la antigüedad y subyace en la historia de la medicina y la civilización [8].

“El conocimiento científico de los grupos sanguíneos constituyó un gran avance hacia la dilucidación del mecanismo de algunas enfermedades hereditarias y esclarecimiento de maternidades dudosas, pero por sobre todas las cosas fue una conquista terapéutica que posibilitó la transfusión de sangre sin riesgos”.

“La cantidad de sangre que un organismo puede perder sin que peligre la vida depende de la velocidad de la hemorragia; lentamente se resisten pérdidas de hasta el 30 - 40% de la volemia, pero en las hemorragias rápidas esta cifra se reduce al 20%. En los bancos de sangre se extrae aproximadamente un 10% de la volemia (500 ml en 30 minutos)” [2, 9].

“Desde la aparición del Homo sapiens y dado el vínculo de la pérdida de sangre con el estado de salud y la muerte, se le atribuyeron a la sangre propiedades místicas y curativas. Las referencias sobre las posibilidades terapéuticas de la sangre humana

datan de la antigüedad, desde la época del imperio romano, cuando el hombre ya pensaba que la sangre era esencial para la vida” [8].

### **Aspectos cronológicos**

El primer antecedente descrito de una transfusión sanguínea fue mediante la ingesta de sangre. Plinio el viejo, en el año 100 d.C, relata que en el circo romano la gente se lanzaba a la arena para beber la sangre de los gladiadores moribundos y con ello, adquirir su fuerza y su valor [10].

“Como recurso terapéutico, la transfusión se remonta al siglo XVI, cuando aparecieron las primeras publicaciones en Europa: 1628, William Harvey publica su descubrimiento sobre la teoría circulatoria, mientras que Richard Lower (1631-1691) fue el primero en realizar una transfusión directa de sangre” [10].

“La primera transfusión humana realizada con éxito se le atribuye a Jean Baptiste en Francia en el año 1667, cuando directamente administro sangre de la arteria femoral de un cordero a la vena de un paciente demente, quién murió poco tiempo después a causa de tuberculosis. Durante ese siglo las transfusiones persona a persona son declaradas ilegales por su alta mortalidad y por la dificultad que representaba el procedimiento debido a la coagulación de la sangre, ya que con frecuencia las cánulas se obstruían” [8, 10].

En 1869 con Adolf Creite publica las primeras descripciones de aglutinación y lisis celular al combinar eritrocitos de conejo in vivo con suero de diferentes animales; en sus observaciones describe la presencia de hemoglobinuria. En base a los resultados concluye que el suero contiene ciertas propiedades químicas que pueden afectar a los eritrocitos del sujeto en cuestión [11].

Posteriormente calienta el suero generando precipitado de proteínas. Toma sobrenadante obtenido del suero de cada uno de los animales e inyecta al conejo. El conejo no reacciona a ninguno. Confirma con esto una interacción química entre las proteínas del suero y los glóbulos rojos [11].

Estos antecedentes prepararon el camino para la aparición del investigador Karl Landsteiner quien en el año 1901 abrió una nueva era para el ámbito médico, describió las reacciones que se producían al mezclar los sueros y eritrocitos de 22 individuos normales y de cinco científicos que trabajaban con él incluyendo su propia sangre.

““Determinó que en un número de casos (grupo A) el suero reaccionaba con los glóbulos rojos de otro grupo (B) pero no con los eritrocitos del grupo A. A su vez, el suero del grupo B reaccionaba con los glóbulos rojos del grupo A pero no con los eritrocitos del B. En el tercer grupo C el suero aglutinaba los eritrocitos del grupo A y B pero no los del grupo C. Landsteiner establecía entonces que existían al menos dos diferentes tipos de isoaglutininas: una en el grupo A, otra en el B y ambas en el grupo C” [12, 13].

Así, descubrió que los glóbulos rojos de una muestra de sangre humana podían ser aglutinados por el plasma de otro ser humano; concluyendo que: “Los antígenos y anticuerpos correspondientes no pueden fisiológicamente coexistir en el mismo individuo” [11].

En 1907 Hektoen puntualiza el posible daño de las isohemolisinas durante la transfusión de sangre mismo que puede ser evitado mediante la selección del donador aplicando la técnica de Landsteiner esto es, que sea del mismo grupo que el receptor [11].

“En 1911, Von Dungern y Hirsfeld fueron los primeros en utilizar la letra O (primera letra del término alemán “ohne” que significa “without” en inglés o “sin” en español) para describir los eritrocitos que no reaccionaban con las isoaglutininas anti-A y anti-B” [59].

“Decastello y Sturli dos discípulos de Landsteiner en Viena, confirman los hallazgos en un estudio sobre 155 individuos normales e identifican 4 sujetos (2,5%) que no aglutinaban con su propio suero, pero lo hacían con el suero de los tres grupos identificados previamente. Los denominaron con el término AB. De esta manera se describe el primer sistema de grupos sanguíneos humanos, el sistema ABO con sus cuatro posibilidades A, B, O y AB”. (59)

“En 1911, von Dungern y Hirszfild determinan que los antígenos A y B se heredan de acuerdo a las leyes mendelianas sugiriendo la existencia de dos genes A y B dominantes cada uno con un alelo recesivo. En el caso del grupo AB se expresa la ley de codominancia.” [13].

Las continuas experiencias de Landsteiner y colaboradores en 1940 inyectando eritrocitos del mono Rhesus, mostraron que los conejos pertenecientes al estudio producían anticuerpos que, después de su absorción, aglutinaban en un 85% a los eritrocitos de personas de raza blanca. Fue entonces como denominaron a este anticuerpo anti-Rh (Rhesus) y el antígeno que se detectaba como antígeno Rh [7,14, 15].

Sin embargo, un año antes (1939) Levine y Stetson describieron un anticuerpo anormal en una madre que dio a luz un feto muerto y macerado. “Esta madre presentó una reacción severa de incompatibilidad al recibir una transfusión de sangre donada por su esposo, el cual pertenecía al grupo O, y era compatible in vitro con su esposa. Levine y Stetson explicaron esta reacción por la acción de una aglutina anormal, supusieron en ese momento que provenía de algún proceso de inmunización debido a un antígeno presente en el feto, heredado del padre, pero no presente en la madre” [7,10,14,16,24].

Los anticuerpos humanos y de animales parecían idénticos por lo cual se aceptó el nombre de anti-Rh para el anticuerpo humano, posterior a esto se demostró que no lo eran, pero continuó denominándose anti - Rh al anticuerpo humano [10,14].

Se ha demostrado que los genes encontrados en el brazo corto del cromosoma 1 codifican para los antígenos del sistema Rh.

“Este sistema está constituido por al menos 40 antígenos distintos, 5 de ellos con importancia especial. Existen dos nomenclaturas para designar los distintos antígenos del sistema Rh” [14].

- La de Fisher - Race basada en la suposición de que cada progenitor le hereda a su descendencia tres genes en locus que se encuentran muy próximos.
- Según Wiener, la terminología se basa en la herencia de un solo gen, compuesto por múltiples alelos de un locus único procedente de cada

progenitor. Cada gen tiene una estructura en mosaico que comprende un número variable de antígenos sanguíneos.

Como sabemos, los diferentes grupos sanguíneos se transmiten hereditariamente, en la actualidad se conocen poco más de 300 antígenos en la superficie de los glóbulos rojos. La interacción de un gran número de locus y alelos conlleva una alta posibilidad de recombinación y expresión. Los anticuerpos también son numerosos. Actualmente se estima que es posible existan más de 500.000 millones de fenotipos sin contar a los aún no descubiertos, esto podría disparar la cifra a billones (por el gran polimorfismo existente) [2].

### **3.2.2 Sistemas sanguíneos**

“Los eritrocitos humanos tienen abundantes estructuras superficiales que son reconocidas como antígenos por el sistema inmune de otros individuos que carecen de esas estructuras antigénicas. El estudio de esos antígenos y sus anticuerpos ha sido la base de la práctica de la transfusión de sangre y sus derivados. Se define un sistema de grupo sanguíneo (SGS), es un conjunto de antígenos codificados por alelos situados en un locus o en varios de ellos y tan estrechamente ligados que no sucede entrecruzamiento o es muy escaso” [17].

Actualmente existen cerca de 700 grupos sanguíneos, organizados en 35 sistemas [18].

“Los eritrocitos humanos presentan en su membrana un gran número de estructuras especiales, determinadas genéticamente, que poseen carácter de antígenos. Contra muchos de estos antígenos pueden formarse eventualmente anticuerpos existiendo normalmente inmunotolerancia frente a los antígenos propios.”

Las distintas propiedades antigénicas en las membranas eritrocitarias constituyen la base para la diferenciación de los grupos sanguíneos. Hasta el día de hoy se conocen con exactitud más de 30 sistemas de agrupamiento sanguíneo de los que, sobre todo, el sistema ABO y el sistema Rh han alcanzado especial importancia

clínica. También existen otros grupos como por ejemplo el Duffy, Kell Kidd, MN, los cuales no son el objetivo de esta tesis [7, 19].

### **3.2.3 Sistema ABO**

“Es uno de los sistemas más importantes en medicina transfusional. Está compuesto por los antígenos A, los antígenos B, y los correspondientes anticuerpos contra estos antígenos, en este sistema la presencia de anticuerpos naturales contra los antígenos A y B en personas que no expresan estos antígenos causa reacciones adversas, ocasionalmente fatales, luego de la primera transfusión de sangre incompatible” [20].

Los antígenos ABO no solo se limitan a la membrana eritrocitaria, sino que también se pueden encontrar en una amplia variedad de células, como linfocitos, plaquetas, endotelio capilar venular y arterial, células del seno del bazo, médula ósea, mucosa gástrica y secreciones y otros fluidos. como saliva, orina y leche. [8,15,45]

“Los antígenos del sistema ABO se detectan sobre los eritrocitos entre la quinta y sexta semana del embrión y no se desarrollan completamente hasta después del nacimiento. Durante el crecimiento, se van adicionando los azúcares terminales sobre la cadena de oligosacáridos en la membrana de los eritrocitos, dando origen a cada uno de los antígenos de forma específica. Entre los 2 y 4 años de edad, los antígenos A y B están completamente desarrollados y permanecen constantes durante toda la vida” [2,15, 20, 21].

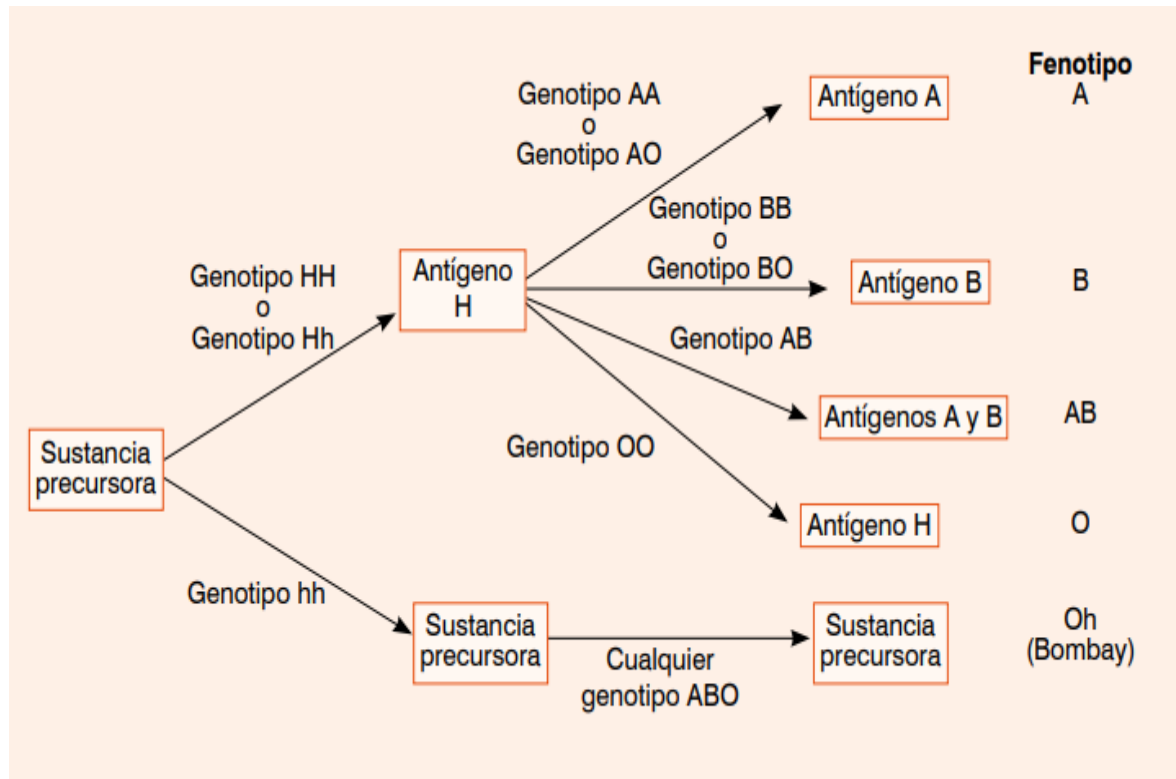
#### **Biosíntesis.**

El primer paso es la adición de una L-fucosa a la galactosa terminal (Gal) de un precursor común denominándose, así como sustancia precursora, esta se une a los lípidos o proteínas de membrana, por la enzima  $\alpha$ 1,2 fucosiltransferasa (transferasa H), dando origen al antígeno H como se observa en la figura 1.

“Posteriormente, se forman las condicionantes para los grupos sanguíneos A o B por la acción de enzimas transferasas, las cuales catalizan la adición de azúcares específicos: la transferasa A para los que tendrán grupo A y la transferasa B para los que tendrán grupo B, formandose así los antígenos A y B,

respectivamente. En el caso de las personas con grupo O, se produce una transferasa O que es inactiva, quedando el antígeno H sin modificarse” (20)

**Figura 1.** Desarrollo de los antígenos del sistema ABO.



Fuente: Arbeláez-García CA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. Medicina & Laboratorio 2009;15: 329-346

“Las personas que sintetizan el antígeno A exclusivamente, tendrán grupo sanguíneo A; las que sintetizan el antígeno B exclusivamente, tendrán grupo sanguíneo B; y las que producen ambos antígenos A y B, tendrán grupo AB”. [12, 15, 20, 21, 22] (tabla 1).

Estas enzimas catalizan la reacción del antígeno específico de diferentes formas en cada individuo; por esto todas las personas, a pesar de heredar el mismo grupo o subgrupo de ABO, tenemos una cantidad diferente de antígenos en nuestros eritrocitos [23].

Al final, los antígenos del sistema ABO están compuestos por azúcares que protruyen de la membrana de la superficie eritrocitaria, unidos a un componente denominado ceramida, el cual se encuentra de igual modo en la membrana. Una serie de cuatro azúcares se une a la ceramida. A esta estructura de cuatro azúcares o sustancia precursora se le unen otros azúcares que le dan la especificidad a cada antígeno (figura 2).

“Los antígenos que conforman los grupos sanguíneos hacen parte integral de la membrana del eritrocito y pueden atravesar completamente la membrana una sola vez, dejando su extremo N-terminal en la parte externa de la célula y su extremo C-terminal en el interior (estos antígenos son llamados de Tipo 1)” (20).

---

**Tabla 1.** Factores que afectan la síntesis de antígenos A y B

---

- 1.- Concentración de sustrato H
- 2.- Concentración relativa de glicosiltransferasas para A y B
- 3.- Afinidad de unión para las glicosiltransferasas para A y B
- 4.- Concentración de nucleótidos
- 5.- Concentración de cofactores
- 6.- Efecto inhibitorio competitivo de las transaminasas

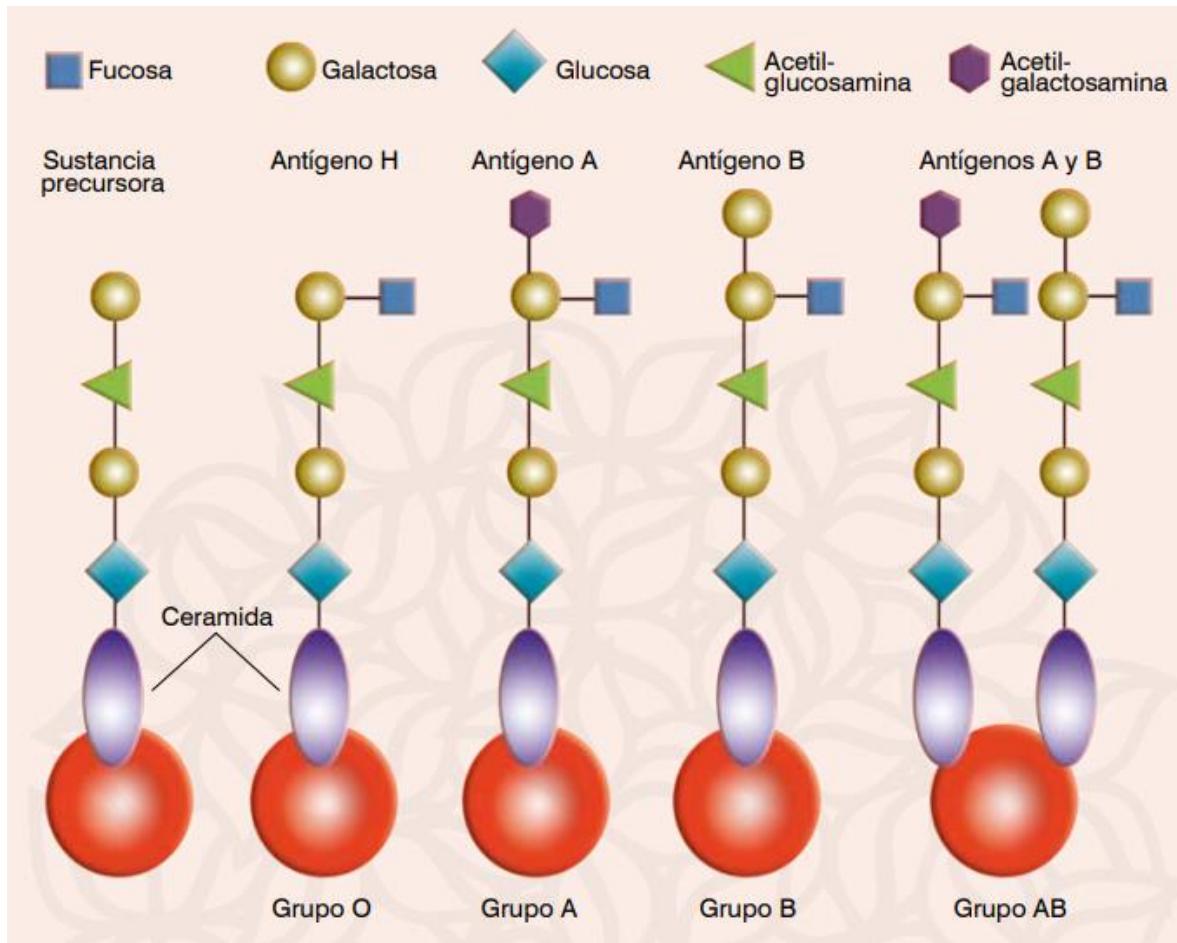
---

Fuente: Bautista, J.. (2012). Sistema sanguíneo ABO (tablas de utilidad en la teoría y la práctica). En 10 años de la Asociación Mexicana de Medicina Transfusional, A.C. (233-244). México, D.F.: Graphimedica.

---

Del mismo modo, podemos encontrar de Tipo 2, los cuales, dejan su extremo N-terminal en la parte interna de la célula y su extremo C-terminal en la externa; de Tipo 3, que atraviesan la membrana varias veces y pueden tener ambos extremos, N y C-terminal, en el interior, o tener el C-terminal en el interior y el N-terminal en el exterior de la célula; y finalmente, pueden no atravesar la membrana, sino estar anclados a ella mediante una estructura lipídica (glicosilfosfatidilinositol o GPI), que serían los Tipo 5 (figura 3). No existen glicoproteínas tipo 4 en la membrana de los eritrocitos [20].

**Figura 2.** Estructura de los antígenos del sistema ABO



Fuente: Arbeláez-García CA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. Medicina & Laboratorio 2009;15: 329-346.

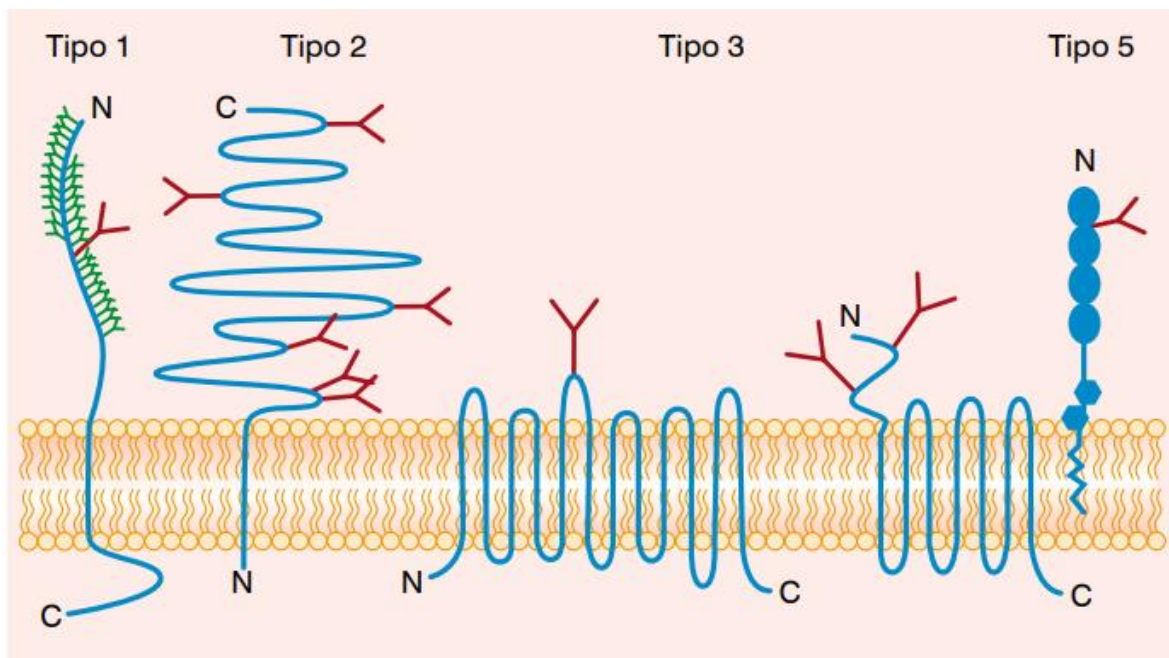
### Fenómeno Bombay

“El fenotipo Bombay clásico (Oh) se singulariza en particular por la ausencia de los antígenos A, B y H tanto sobre los eritrocitos como en las secreciones, debido a la herencia de dos genes hh en el locus H; por consiguiente, la síntesis de antígenos A y B está limitada por la falta del antígeno H necesario para su expresión.” (20)

---

**Fuente:** Diagrama de los diferentes tipos de proteínas y glicoproteínas que conforman los grupos sanguíneos, de acuerdo con su integración con la membrana del eritrocito.

---



---

Fuente: Arbeláez-García CA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. Medicina & Laboratorio 2009;15: 329-346.

---

Es decir, debe existir al menos una copia funcional del gen H (H/H o H/h) para que se produzca antígeno H, si ambas copias del gen son inactivas (h/h) se produce el fenotipo Bombay (tabla 2).

“Puesto que estas personas no poseen los antígenos A, B y H, producen los anticuerpos anti-H, anti-A y anti-B de manera natural. En las pruebas iniciales los eritrocitos Bombay se clasifican como grupo O. Los eritrocitos no reaccionan con anti-A, anti-B ni anti-AB, mientras que el suero reacciona con células A, B, AB y O”. (20).

“Es por este motivo que los individuos con el fenotipo Bombay deben ser transfundidos sólo con eritrocitos del mismo fenotipo. La ausencia de los antígenos ABH no está asociada con defectos de membrana o cambios en la vida media de los eritrocitos. La presencia de los anticuerpos en el suero hace muy difícil la transfusión sanguínea, ya que todos los eritrocitos, excepto aquellos de otro fenotipo Bombay, son incompatibles” (2).

El fenotipo de Bombay fue reportado por primera vez por Bhende en 1952 en Bombay, India. Se han reportado más de 130 fenotipos de Bombay en varias partes del mundo. El fenotipo de Bombay es raro, ya que ocurre en aproximadamente 1 de cada 10,000 individuos en India y 1 / 1,000,000 de individuos en Europa. Es raro en caucásicos con una incidencia de 1 en 250,000 [20, 24,25].

Siempre que se herede un gen H del otro progenitor, los hijos de estos individuos, pueden expresar cantidades normales de antígenos A y/o B en sus eritrocitos, de este modo, dos individuos cuyo fenotipo es O en apariencia, pueden tener descendencia con fenotipo A y/o B [2].

**Tabla 2.** Fenotipos y genotipos de los loci H y Se

	FENOTIPO		
	Eritroide	Epitelio secretor	Genotipos posibles
<b>Secretor</b>	H positivo	H positivo	H/H, Se/Se, Se/se
<b>No secretor</b>	H positivo	H negativo	H/H, se/se
<b>Para-Bombay</b>	H negativo	H positivo	h/h, Se/Se, Se/se
<b>Bombay</b>	H negativo	H negativo	h/h, se/se

Fuente: Arbeláez-García CA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. Medicina & Laboratorio 2009;15: 329-346.

## Genética

“Existen tres genes que determinan la expresión de los antígenos ABO. El **gen H**, ubicado en el cromosoma 19, codifica para la producción de una enzima transferasa (transferasa H), el **gen ABO**, situado en el cromosoma 9 y que posee tres alelos (A, B y O), que varían de acuerdo a las sustituciones de nucleótidos, las

cuales controlan las especificidades de las enzimas para las cuales codifican. El alelo A codifica para la enzima transferasa A, el alelo B codifica para la enzima transferasa B que cataliza la adición de un residuo de D-galactosa (Gal) al antígeno H, generándose el antígeno B” (20).

“El alelo O sólo difiere del alelo A en la delección de un nucleótido (guanina G en la posición 261), lo que tiene como consecuencia un cambio en el marco de lectura y la producción de una proteína sin actividad de transferasa. La siguiente figura (4 ) ilustra la síntesis de antígenos ABO” (20).

El **gen Se**, situado en el cromosoma 19, codifica para una enzima (fucosiltransferasa) que se expresa en el epitelio de tejidos secretores, como los tractos respiratorio y gastrointestinal, así como en las glándulas salivares el cual a las 10 semanas de vida fetal es funcionalmente activo (tabla 3) [2,12,15,20,21,22].

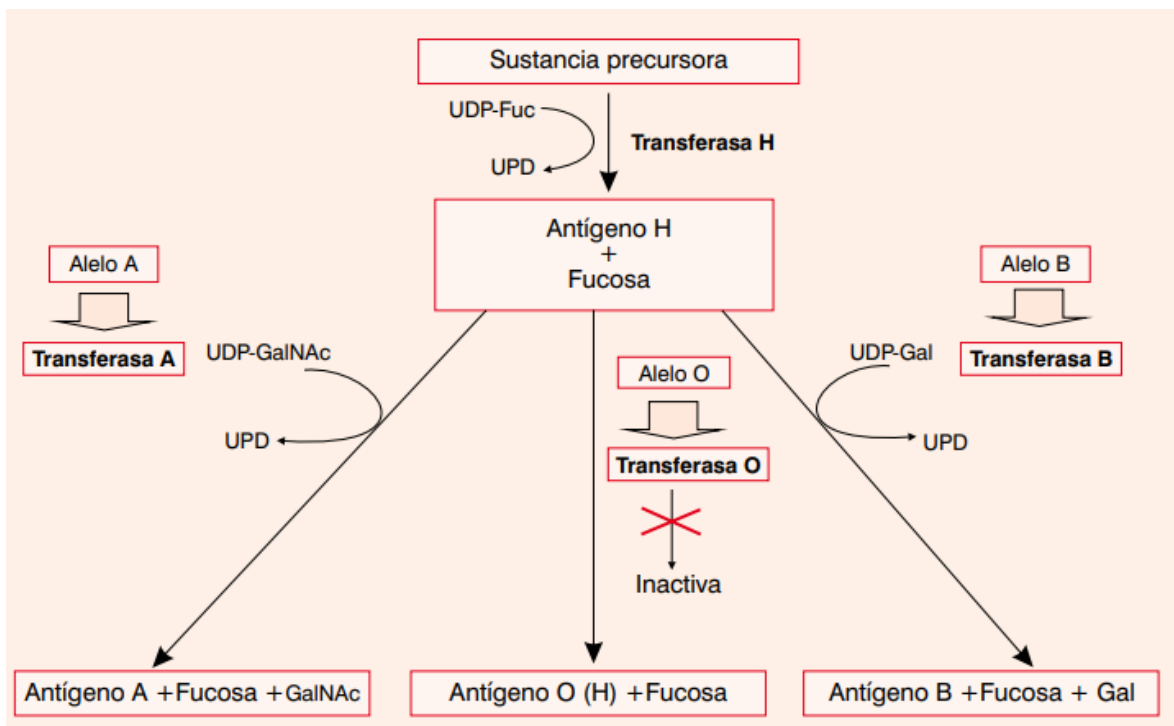
“Los genes que definen una característica particular están localizados en una posición específica del cromosoma llamada locus (loci)” (2). Algunos locus correspondientes a antígenos sanguíneos ya han sido situados en el mapa genético. Se denomina homocigoto a la persona que hereda un gen idéntico de cada progenitor y una persona que hereda dos genes diferentes se denomina heterocigoto. Las formas alternativas de un gen que ocupan el mismo locus en cromosomas homólogos se llaman alelos. Los productos de algunos genes pueden manifestarse de manera clara, mientras que otros no se expresan. Los caracteres que se expresan representan al fenotipo del individuo; mientras que el conjunto de todos los genes de dicho individuo constituye el genotipo.

“Los genes A, B y O son ejemplos de algunos de estos conceptos, estos genes son alelos localizados sobre el brazo largo del cromosoma 9. Un individuo solamente puede poseer dos de estos genes. Un gen dominante es el que se expresa tanto en los fenotipos de los individuos homocigotos como en los fenotipos de los heterocigotos. Un gen recesivo no se expresa en los individuos heterocigotos” (23).

“El gen O actúa como recesivo. Un individuo con un genotipo AO tiene un fenotipo A. De modo similar el gen B es dominante. Cuando ambos genes pueden

expresarse en el individuo heterocigoto se dice que son codominantes. El genotipo AB tiene un fenotipo AB” [2, 22].

**Figura 4.** Expresión de los genes ABO. Convenciones: Fuc: L-fucosa; Gal: D-galactosa; GalNAc: N-acetilgalactosamina.



Fuente: Arbeláez-García CA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. Medicina & Laboratorio 2009;15: 329-346.

---

**Tabla 3.** Fluidos en los cuales pueden ser detectadas las sustancias A, B y H en individuos secretores.

---

Saliva	Bilis
Lágrimas	Leche
Orina	Fluido amniótico
Jugos digestivos	Líquido pleural
Suero o plasma	Fluidos patológicos y otros

---

Fuente: Bautista,J.. (2012). Sistema sanguíneo ABO (tablas de utilidad en la teoría y la práctica). En 10 años de la Asociación Mexicana de Medicina Transfusional

---

## **Subgrupos AyB**

Denominamos subgrupos y/o variantes a los subtipos del grupo sanguíneo ABO.

“Se diferencian por las cantidades de antígenos A, B, u O (H) sobre los eritrocitos. Los más frecuentes son las variantes de A y B, y de estos dos, son más comunes los subgrupos de A” (20).

Los dos subgrupos principales de A son A1 y A2, son clasificados por la cantidad de antígeno A, y esta cantidad disminuye en el orden A1, A2, A3, Ax, Aend, Am, Ael. (va disminuyendo según el número o símbolo de su nomenclatura) [15,20].

“Entre los subgrupos A1 y A2 hay diferencias cualitativas y cuantitativas. La transferasa A1 es más eficiente que la transferasa A2 en convertir la sustancia H al antígeno A. Aproximadamente el 80% de las personas de grupo sanguíneo A o grupo AB tienen eritrocitos que son aglutinados por anti-A1, por lo tanto, son clasificadas como A1 o A1 B, el restante 20% cuyas células son aglutinadas por anti-A, pero no por anti-A1, son A2 o A2 B” (26).

Las pruebas con anti-A1 son innecesarias de rutina para donantes o receptores, ya que, la distinción serológica entre A1 y A2 se basa en la aglutinación de los eritrocitos A1 y la no aglutinación de los eritrocitos A2 con anti-A1 lectina (extracto de semillas de Dolichos biflorus) [26].

Asimismo, los subtipos del grupo sanguíneo B, son clasificados por la cantidad de antígeno B, y la cantidad de antígeno B disminuye en el orden B, B3, Bx, Bm, Bel [20].

## **Anticuerpos del sistema ABO**

Los individuos carentes de antígenos A y B respectivamente, desarrollan anticuerpos anti A y anti B, de acuerdo con la regla de que un antígeno y su respectivo anticuerpo nunca se encontraran juntos en la sangre de la misma persona.

Estos anticuerpos son del tipo IgM en su gran mayoría y también menos frecuentes y de mayor carácter inmunogénico los del tipo IgG.

“Se denominan “naturales” a los anticuerpos del sistema ABH, ya que aparecen en etapas tempranas de la vida extrauterina, por exposición a antígenos encontrados en superficies bacterianas y algunos tipos de alimentos con composición similar a los antígenos presentes en la membrana de los eritrocitos y producen inmunización. El reconocimiento primitivo de lo propio por el sistema inmunológico, favorece que los anticuerpos que se producen no sean de los antígenos correspondientes a nosotros mismos” [2].

“El anti A-B perteneciente al grupo O, es un tercer anticuerpo que presenta reacción cruzada con un antígeno presente en los hematíes A y B; este antígeno es denominado complejo A, B o antígeno C. Los anticuerpos del sistema ABH, pueden reaccionar a la temperatura corporal y activar al complemento, causando una rápida destrucción intravascular de los hematíes” [2].

“El anti - H puede presentarse como un autoanticuerpo natural en el suero de individuos A, A-B o B, o bien como un aloanticuerpo en el plasma de los individuos del fenotipo Bombay. En este caso, su rango térmico es elevado lo cual, junto con su capacidad para fijar el complemento, hace que el anticuerpo anti - H sea clínicamente significativo; por lo tanto, los individuos Bombay, sólo pueden ser transfundidos con sangre de otros individuos pertenecientes a este fenotipo. Todo lo anterior mencionado se muestra en la tabla 4” [2].

Cuando una persona carece de un antígeno en particular, lo esperado sería que su suero contenga un anticuerpo dirigido contra ese antígeno que no posee; pero, esto dependerá de si el sistema inmunológico de la persona ha sido expuesto y ha respondido a este antígeno o a algún antígeno similar, anteriormente. En consecuencia, los anticuerpos del sistema ABO se forman como respuesta de la exposición a antígenos A, B o similares.

**Tabla 4.** Anticuerpos del sistema ABO

<b>Grupo Sanguíneo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Fenotipo</b>	<b>Genotipo</b>	<b>Anticuerpos</b>
AB	4%	AB	AB (HH o Hh)	No presenta
A	43%	A	AA o AO (HH o Hh)	Anti-B
B	9%	B	BB o BO (HH o Hh)	Anti A
O	44%	O	OO (HH o Hh)	Anti- A Anti-B
Oh Bombay	Muy baja	O	AA o AO (hh) BB o BO (hh) AB (hh)	Según los casos: Anti-A Anti-B Siempre: Anti Hc

Fuente: Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de enero de 2019, de Grupos sanguíneo

“Esta exposición previa puede darse in útero o inmediatamente postparto, en el caso de antígenos A y B, o como respuesta a una exposición a antígenos similares en partículas de polen, alimentos, bacterias y virus. Es así como sólo se generan anticuerpos dirigidos contra los antígenos ausentes en los eritrocitos de cada persona” [20].

“Los anticuerpos anti-A y anti-B pueden ser detectables en los niños entre los 3 y 6 meses de vida, luego del nacimiento. La mayoría de los anticuerpos anti-A y anti-B presentes en el cordón umbilical son de origen materno, adquiridos por la transferencia placentaria de IgG materna; por lo tanto, los anticuerpos anti-A y anti-B en el suero de recién nacidos o niños menores de 6 meses, no se consideran válidos [8]. La producción de anticuerpos se incrementa, alcanzando el nivel de los adultos entre los 5 y 10 años de edad, y disminuyen posteriormente en adultos de edad avanzada” [20].

### **Reactividad de los anticuerpos anti-AB**

“El suero de personas de grupo O puede contener además de los anticuerpos anti-A y anti-B, anticuerpos anti-AB, los cuales no se pueden separar por procesos de adsorción diferencial. Estos anticuerpos anti-AB reaccionan tanto con eritrocitos grupo A como grupo B” [2].

### **3.2.4 Sistema Rh**

#### **Genética**

Es el sistema de mayor importancia clínica y transfusional después del ABO, está compuesto por más de 54 antígenos, de los cuales Re, C, c, E, y e son las más importantes clínicamente, su clasificación es evaluada periódicamente, es el más polimórfico y el segundo en inmunogenicidad siendo el responsable principal de la enfermedad hemolítica neonatal (por anti-D) y el de mayor complejidad. Se requiere la expresión de 2 genes : RHD y RHCE situados en 1p36.13-p34.3 los que codifican para proteínas CD240D y CD240CE. La presencia del antígeno RhD define a los sujetos D+ (Rh +) y su ausencia (por delección b del gen RHD) a los D- (Rh-) [17, 27, 28, 29].

#### **Proteínas**

Las proteínas del RhD y RhCE se encuentran presentes en el 3% de las unidades formadoras de brotes eritrocitarios y en el 68% de las unidades formadoras de colonias eritrocitarios y en todos los eritrocitos maduros, desde la sexta semana de vida intrauterina [29,30].

Para su expresión en la membrana eritrocitaria se asocian a la proteína del grupo sanguíneo RhAg, de reciente incorporación como sistema sanguíneo, la importancia clínica de estas radica en que los anticuerpos contra estas proteínas ocasionan isnoimmunización, enfermedad hemolítica del recién nacido, reacciones transfusionales, anemia hemolítica, entre otras [28, 29, 30].

Las alteraciones de las proteínas RhD y RhCE con las de RhAg provocan defectos en la membrana eritrocitaria (Rh nulo), por lo que a la fecha las funciones de las proteínas del Rh parecen asociarse con la integridad de la membrana y con una posible función de transporte de gases como el CO<sub>2</sub> [29, 30].

La expresión de la proteína Rh D puede verse afectada por diferentes mecanismos moleculares; entre ellos se encuentran:

- D débil: Su expresión en la membrana es reducida (>5,000 D por eritrocito) y está dado por la sustitución de aminoácidos localizados en las regiones transmembranales o intracelulares, lo cual impide la integración de la proteína de membrana. Son detectados en fase de Coombs [41,45].
- D parcial: Es generado por la pérdida de epítomos exofaciales como consecuencia de la sustitución en las asas exofaciales. Los mecanismos moleculares son causados por polimorfismos de un solo nucleótido o por alelos híbridos RHD-CE-D. Los individuos que presentan alguno de estos antígenos pueden generar anti-D por transfusión o embarazo [2, 29].
- El Del: Tiene una expresión muy reducida de menos de 200 moléculas de RhD por eritrocito, puede ser detectado cuando se realizan técnicas de adsorción y elución de los eritrocitos. El más común es causado por una mutación silente en el sitio del splicing en la posición C1225A [29].

## **Terminología y nomenclatura**

Desde el inicio de los cuarenta, se han empleado diferentes nomenclaturas, fundamentalmente sobre las bases de los mecanismos de herencia propuestos ( tabla 5).

**Rh-Hr (Weiner):** “la terminología se basa en la herencia de un solo gen, compuesto por múltiples alelos de un locus único procedente de cada progenitor. Cada gen tiene una estructura en mosaico que comprende un número variable de antígenos sanguíneos” [2].

Señaló que era un solo gen con múltiples alelos el que condicionaba la presencia de los antígenos Rh. Cada fenotipo se designa usando las letras Rh o Hr con superscriptos, y comillas.

“La Mayúscula R se reserva para cuando se refiere a la presencia de Rho. Cada gen da lugar a un aglutinógeno con varias especificidades (determinantes antigénicas o factores), por lo tanto, cada antígeno puede reaccionar con varios anticuerpos. Cada individuo hereda de cada padre un gen que controla un antígeno Rh que tiene varias determinantes antigénicas, la combinación es equivalente a su fenotipo” [29, 31].

**CDE (Fisher y Race):** “se basa en la suposición que se heredan de cada progenitor tres genes que se sitúan en locus próximos o tres sitios correspondientes a diferentes genes estrechamente ligados que intervienen en la producción de los antígenos Rhesus” [29,31].

“Los pares de alelos más comunes que pueden ocupar dichos locus, se designan con los signos Dd, Cc y Ee; cada gen codifica un antígeno específico dando origen a los antígenos D, C, c, E y e a excepción del d (alelo silencioso), del que no se conoce producto. El más inmunógeno es el antígeno D y su presencia o ausencia es la que determina si un individuo es Rh (+) o Rh (-). Dado que D es el antígeno Rhesus más potente, anti - D es el anticuerpo que se produce más comúnmente. Anti C es relativamente raro y es más común que se produzca con anti - D. El término que se utiliza habitualmente de Rh positivo se refiere a células que reaccionan con anti – D” [2,29, 31].

**Rosenfield:** Diseñó una nomenclatura numérica basada en aspectos serológicos [29].

Adicionalmente, la Sociedad Internacional de Transfusión Sanguínea asumió la responsabilidad de actualizar periódicamente la clasificación de los sistemas, colecciones y series de grupos sanguíneos, agregó la terminación numérica para los antígenos del Rh, basándose en la nomenclatura descrita por Rosenfield. [29,30] La letra R se refiere a la presencia de RhD, Ro, R1, R2 y, ocasionalmente, Rz. La presencia de la letra r siempre se refiere a la ausencia de RhD. El número 1 o la marca ' se refiere a la presencia de C. El número 2 o la marca " se refiere a la

presencia de E. A los haplotipos muy poco frecuentes que tienen C y E se les asignan las letras finales del alfabeto (Y, Z) [30].

Para los sujetos Rh positivo será: CCDEE, CCDEe, CCDee, CcDEE, CcDEe, CcDee, ccDEE, ccDEe y ccDee. Para los sujetos con Rh negativo: CCdEE, CCdEe, CCdee, CcdEE, CcdEe, Ccdee, ccdEE, ccdEe y ccdee.

La herencia transmite los alelos de ambos genes unidos, formando un halotipo en el que se producen frecuentes pérdidas de material o intercambios de exones, lo que conforma un sistema complejo con más de 45 antígenos, D débiles y D parciales.

Su importancia radica en la frecuencia con que puede originar reacciones transfusionales hemolíticas y en la gravedad de muchas formas de isoinmunización Rh materno-fetal.

**Tabla 5.** Combinación de las diferentes propuestas para la terminología del sistema Rh.

Fisher/Race	Wiener Rh-Hr	Rosenfield/ISBT*
cDe	R <sub>1</sub>	RH 1,2,5
cde	r	RH 4,5
DcE	R <sub>2</sub>	RH 1,3,4
cDe	R <sub>0</sub>	RH 3,4
dcE	r <sup>''</sup>	RH 3,4
Cde	r <sup>'</sup>	RH 2,5
CDE	R <sub>z</sub>	RH 1,2,3
CdE	r <sub>y</sub>	RH 2,3

**\*Propuesta numérica de la Sociedad Internacional de Transfusión Sanguínea para los antígenos del sistema Rh (004).**

Fuente: Baptista González, H. (2005). El sistema Rh, una mirada a fondo. Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social, 43(1), 3-8.

## Epidemiología

La presencia de la condición Rh positivo, es una característica de la población mesoamericana y aparece como una evidencia del mestizaje. Así la prevalencia

más elevada de la condición Rh negativo, se observa en aquellos núcleos poblacionales donde existe mayor evidencia de mezcla génica. Por el contrario, los sujetos Rh positivo son más prevalentes en poblaciones indígenas. En estos términos, la prevalencia del Rh negativo varía desde 0 al 3 % en la población mexicana [23].

La importancia del sistema Rh radica en que el antígeno D es altamente inmunogénico que la gran mayoría de sujetos Rh negativos experimentan una inmunización primaria al factor Rh tras una sola exposición con eritrocitos Rh positivos por medio de una transfusión, el receptor forma anti-D en un 90% de los casos. Existen pacientes que al identificar factor Rh a veces aglutina y otras veces no, a estos pacientes se les conoce como factor Rh débil [23].

La población de nuestro México, muestra una amplia variabilidad regional en la mezcla génica. Los antecedentes predominantes son pertenecientes a los indígenas mesoamericanos, distintos a los norteamericanos o sudamericanos. En los últimos quinientos años, se agregó al flujo de genes provenientes de la colonización europea, la negro-africana relacionada con los esclavos traídos a México y en menor medida, la de grupos orientales, especialmente chinos y japoneses [23].

### **Variantes**

Se conoce una variante débil del antígeno D, denominado Du. Se puede encontrar en algunos individuos (aunque raros), en cuyas células faltan todos o algunos antígenos Rh, es poco frecuente entre los individuos caucasoides, pero común entre los individuos de raza negra (22%). En estos últimos casos, el estado se denomina Rh - nulo. Dichas células tienen un tiempo de supervivencia corta y quizás poseen un defecto estructural básico en su membrana. [2,32,33]

“Los hematíes Du generan reacciones débiles o negativas con el anticuerpo anti-D, siendo detectados gracias a la prueba indirecta de la antiglobulina (Coombs)” [2].

Estos hematíes pueden ser clasificados en tres categorías:

- a) Variante Du: “Presenta una estructura que consta como mínimo de 4 partes; si faltan una o más partes del antígeno, el resto puede tener una expresión débil. Por esta razón los individuos que pertenecen a dicha variante, deben ser transfundidos con sangre Rh (-). Los centros de transfusión sanguínea efectúan la prueba para el factor Du a todos sus donantes Rh (-), ya que la sangre de un Du administrada a un receptor Rh (-) puede producir un este último una sensibilización del mismo al antígeno D” [2,32,33].
- b) Du adquirido: “La herencia del gen C en posición trans con relación al gen D, tiene como resultado una expresión débil del antígeno D en los hematíes (Du); los individuos que presentan estas características no producen anti-D si reciben sangre Rh (+)” [2].
- c) Du hereditario: Algunos individuos Du no pueden ser clasificados como Du adquirido, ni como variante Du, puesto que, si bien poseen el antígeno D completo, éste está débilmente expresado desconociéndose la causa de este hecho [2,32,33].

### **Anticuerpos del sistema Rh**

“Los anticuerpos del sistema Rh suelen ser inmunes, es decir, que no existen en los individuos que carecen del antígeno correspondiente a no ser que se haya producido una sensibilización previa por gestación o transfusión sanguínea y por ello son importantes en medicina clínica” [32].

Los anticuerpos del sistema Rhesus se producen en forma de anticuerpos completos como IgM o incluso IgA, o lo que es más común, como anticuerpos incompletos IgG siendo estimulada su producción por transfusión o por embarazo. El complemento no se activa debido a que la situación de los antígenos Rhesus en la membrana eritrocitaria no permite la formación de dobletes de IgG necesarios para la activación del mismo.

“Los anticuerpos completos son anticuerpos salinos porque aglomeran a los eritrocitos suspendidos en una solución de NaCl o en un medio con alta concentración proteica y también reciben el nombre de anticuerpos bivalentes, aglutinantes o inmunes tempranos, porque son los primeros en aparecer; son

detenidos por la placenta intacta y el papel que desempeñan en la eritroblastosis fetal es secundario. Los anticuerpos incompletos son también llamados de bloqueo, monovalentes, de albúmina, congulinantes e hiperinmunes; producen aglomeración solamente cuando en lugar de una solución salina, se emplea un medio adecuado de proteína. Son de aparición tardía, pasan fácilmente a través de la placenta intacta y desempeñan un papel muy importante en la eritroblastosis fetal. Los anticuerpos del tipo IgG se combinan con los sitios del antígeno en la superficie del eritrocito, pero son demasiado pequeños como para causar aglutinación a menos que el estado normal de repulsión entre los eritrocitos, se encuentre reducido por descenso de la carga negativa” [2].

“Se identifican mediante la prueba indirecta de la antiglobulina (Coombs) o por otros potenciadores con alto contenido de proteínas (albúmina) o baja fuerza iónica (LISS) o polietilenglicol (PEG)” [2,32].

“Los anticuerpos anti-Rh usualmente reaccionan a 37 °C y están presentes cerca del 80% en los pacientes con anemia hemolítica autoinmune, reaccionando contra los eritrocitos del paciente y los transfundidos” [32].

### **3.2.5 Prevalencia**

En la actualidad existen muy pocos trabajos relacionados con la genética de las poblaciones en México para conocer su diversidad y con ello relacionar la frecuencia y prevalencia de los grupos sanguíneos conocidos. [ 34-35].

Los primeros estudios fueron realizados por Lisker y colegas, en poblaciones indígenas y mestizas mediante el estudio de varios antígenos sanguíneos; sin embargo, se estudiaron pocas poblaciones y actualmente hay falta de información sobre la distribución de los grupos sanguíneos en el país, por lo que es esencial obtener esta información para ayudar a las instituciones de salud a gestionar eficazmente sus bancos de sangre que faciliten las prácticas de trasplante de medicamentos [26].

“En el año 2002 se realizó un estudio que mostró la distribución de fenotipos y frecuencias génicas de los sistemas sanguíneos ABO y Rh en la población de La Paz. El grupo O fue el más abundante (58.49%) en las personas estudiadas. La frecuencia del grupo A fue también notable (31.40%); por el contrario, los grupos B (8.40%) y AB (1.71%) estuvieron menos representados” [17].

“Concluyendo que sin ser regla, los grupos sanguíneos A y RhD negativo se encuentran más ampliamente distribuidos en poblaciones de las zonas norte y noroeste del país (Durango, La Paz, Guadalajara, Monterrey), mientras que, en poblaciones del sur y sureste, (Paraíso, Tlaxcala, Puebla y Oaxaca) presentan frecuencias considerablemente menores. (tabla 6)” [36].

“La distribución de frecuencias ABO en diversas ciudades de la República muestra al grupo O como el más frecuente. La frecuencia del grupo O, si bien es la mayor en La Paz (58.49%), se encuentra entre las más bajas en México. Por el contrario, la frecuencia del grupo A, menos abundante que el O en La Paz (31.4%), es una de las más altas reportadas en el ámbito nacional. De manera similar, el grupo RhD negativo (4.6%) con menor frecuencia en La Paz se ubica entre los más altos en el país” [17]

“Lisker señala al grupo indígena como el principal contribuyente en el modelo trihíbrido (indio, blanco y negro) en la mayoría de las comunidades estudiadas, y correlaciona distintos resultados con eventos sociales, históricos y geográficos que los explican” [36].

Otro estudio realizado en Estados Unidos en el año 2004 en el que se utilizó una base de datos demográfica de 10 años que contenía datos de fenotipos raciales o étnicos y ABO / Rh (D) sobre 3,1 millones de donantes alogénicos y autólogos que daban sangre en cinco centros de sangre en los EE. UU. para calcular ABO y Rh (D) fenotipos en varios grupos raciales / étnico donde la categoría racial o étnica fue designada por el donante, concluyó que el mayor porcentaje del Grupo O se encontró en donantes hispanos (56.5%), indígenas norteamericanos (54.6%) y negros no hispanos (50.2%).

Los donantes hispanos y negros no hispanos tenían un porcentaje mucho más bajo (7,3 y 7,1%, respectivamente) de Rh, en comparación con los donantes blancos no

hispanos (17,3%). El grupo O Rh– y el grupo B Rh– se encontraron con mayor frecuencia (8.0 y 1.8%, respectivamente) en donantes blancos no hispanos que en hispanos (3.9 y 0.7%), negros no hispanos (3.6 y 1.3%) y asiáticos (0.7 y 0.4%) donantes [37].

**Tabla 6.** FRECUENCIAS FENOTÍPICAS (%) ABO Y Rh REPORTADAS PARA DIVERSAS CIUDADES DEL PAÍS.

Ciudad	Estado	O	A	B	AB	X <sup>2</sup>	Rhd	Referencia
<b>La Paz</b>	Baja	58.49	31.4	8.40	1.71	0	4.64	
<b>Guadalajara</b>	California	57.2	31.2	9.7	1.9	4.6	4.3	Zavala C (1983)
<b>Gómez</b>	Jalisco	57.99	29.17	10.76	2.08	17	2.08	Garza R (1984)
<b>Palacio</b>	Durango	63.6	27.3	7.4	1.7	19.9	2.9	Zavala C (1996)
<b>Ciudad</b>	Tamaulipas	63.1	26.5	9.0	1.4	22.1	7.7	Garza R (1978)
<b>Victoria</b>	Nuevo León	64.2	25.7	8.1	2.0	29.9	4.8	Lisker R (1986)
<b>Monterrey</b>	Veracruz	64.2	24.9	9.7	1.2	40.7	3.1	Lisker R (1990)
<b>Veracruz</b>	Coahuila	60.5	28.6	10.9	0.0	50	2.5	Lisker R (1986)
<b>Saltillo</b>	Veracruz	66.35	24.47	8.3	0.88	53.6	1.76	Garza R (1984)
<b>Saladero</b>	Coahuila	67.7	23.4	7.2	1.7	66.15	4.1	Zavala C (1983)
<b>Torreón</b>	Distrito	55.1	38.6	6.3	0.0	73.7	3.4	Zavala C (1996)
<b>México</b>	Federal	69.7	22.0	6.4	1.8	98.4	2.8	Lisker R (1986)
<b>Durango</b>	Durango	67.5	21.1	10.5	0.9	102.5	3.9	Lisker R (1990)
<b>El Carmen</b>	Campeche	65.3	24.7	6.0	4.0	108.9	1.9	Lisker R (1990)
<b>Mérida</b>	Yucatán	61.9	22.2	13.5	2.4	113.6	4.9	Reveles F (1987)
<b>León</b>	Guanajuato	71.7	19.6	6.5	2.2	144.5	0.7	Crawford (1974)
<b>Zacatecas</b>	Zacatecas	72.3	19.5	7.4	0.8	151.2	1.8	Lisker R (1988)
<b>Tlaxcala</b>	Tlaxcala	71.8	20.5	7.7	0.0	155	2.7	Lisker R (1990)
<b>Puebla</b>	Puebla	75.8	14.9	9.3	0.0	281.9	4.0	Lisker R (1986)
<b>Oaxaca</b>	Oaxaca							
<b>Paraíso</b>	Tabasco							
<b>Promedio</b>		65.0	25.0	8.6	1.4		3.7	

\*Al compararlas con La Paz

Fuente: Del Peón-Hidalgo L, Pacheco-Cano MG, Zavala-Ruiz M, Madueño-López A, García-González A. Frecuencias de grupos sanguíneos e incompatibilidades ABO y RhD, en La Paz, Baja California Sur, México. *Salud Publica Mex* 2002;44:406-412.

Los hispanos eran conformados por **mexicanos (68,8%)**, puertorriqueños (5%), cubanos (1,6%) y otros donantes hispanos (24,6%), los asiáticos incluyen chinos (29,8%), filipinos (24,1%), hindúes (13,8%), japoneses (12,7%), coreanos (12,5%) y vietnamitas (7,1%). (gráfico 1 y tabla 7) [37].

**Grafico 1.** Fenotipos ABO y Rh en Estados unidos

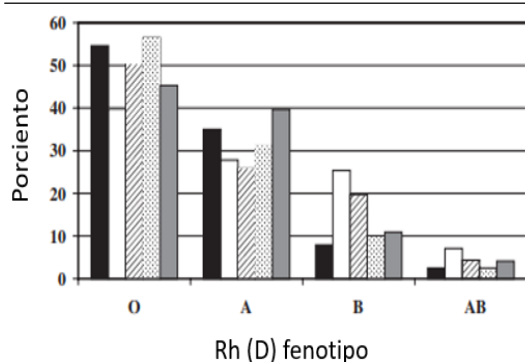


Figura 1. fenotipos ABO por raza / origen étnico. (■) Indio norteamericano; (□) Asiático; (▨) Negro no hispanos; (▩) Hispano; (■) Blanco no hispanos.

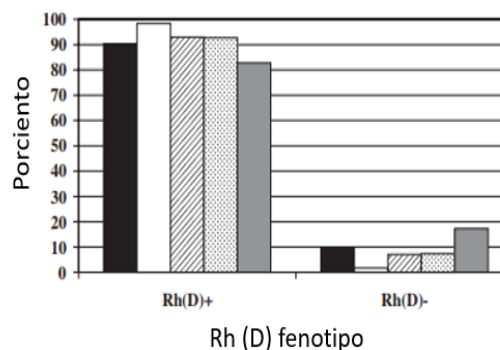


Figura 1. fenotipos ABO por raza / origen étnico. (■) Indio norteamericano; (□) Asiático; (▨) Negro no hispanos; (▩) Hispano; (■) Blanco no hispanos.

Fuente: Garratty, G., Glynn, S. A., & McEntire, R. (2004). ABO and Rh(D) phenotype frequencies of different racial/ ethnic groups in the United States. *Transfusion*, 44(5), 703-706.

En 2018 se publicó un estudio multicéntrico de los grupos sanguíneos ABO y Rh (D) en México, en el que se ha analizado la distribución general en ambos sexos, en un amplio rango de edad y en diferentes estados del país (el más completo hasta ahora) dónde se estudiaron grupos sanguíneos de 17 estados que pertenecen a 6 regiones de México, la distribución de los tipos de sangre en 271,164 personas estudiadas reveló que O fue el más frecuente (61.82%), seguido de A con 27.44% y B con 8.93%, y finalmente el grupo AB fue el menos frecuente con 1.81% (figura 5). Además, el grupo Rh (D) se encontró en el 95.58% de las personas estudiadas, y el 4.42% se identificó con el grupo Rh (d) [26].

**Tabla 7.** Distribucion (%) de fenotipos ABO y Rh (D) entre donadores hispanos y asiáticos.

Etnicidad	Numero	ORh+	ORh-	ARh+	ARh-	BRh+	BRh-	ABRh+	ABRh-
<b>Etnia de los donantes Hispanos</b>									
Mexicano	178328	53.5	3.7	28.4	2.2	9.2	0.7	2.2	0.2
Puertorriqueño	12841	48.7	5.3	30.4	3.4	8.6	0.8	2.4	0.3
Cubano	4231	42.3	6.1	33.6	4.8	8.5	1.0	3.3	0.5
Otros	63833	51.5	4.3	28.7	2.7	9.5	0.8	2.4	0.2
<b>Etnia de los donantes de Asia</b>									
Chino	37822	41.4	0.6	26.3	0.4	24.6	0.2	6.4	0.1
Filipino	30514	44.0	0.3	25.1	0.2	24.6	0.1	5.8	<0,1*
Indio	17449	37.1	2.6	22.4	1.5	27.9	1.6	6.4	0.4
Japonés	16154	32.7	0.7	37.0	0.7	20.0	0.4	8.4	0.1
Coreano	15.817	29.9	0.2	32.1	0.1	26.9	0.1	10.6	<0,1*
Vietnamita	9024	43.4	0.4	22.3	0.2	27.7	0.2	5.7	<0,1*

Los porcentajes pueden no sumar 100% debido al redondeo.

\*Los porcentajes de Filipina, coreano, y los donantes vietnamitas con AB, Rh- fenotipo, fueron 0.03, 0.05 y 0.04% respectivamente.

Fuente: Garratty, G., Glynn, S. A., & McEntire, R. (2004). ABO and Rh(D) phenotype frequencies of different racial/ ethnic groups in the United States. *Transfusion*, 44(5), 703-706.

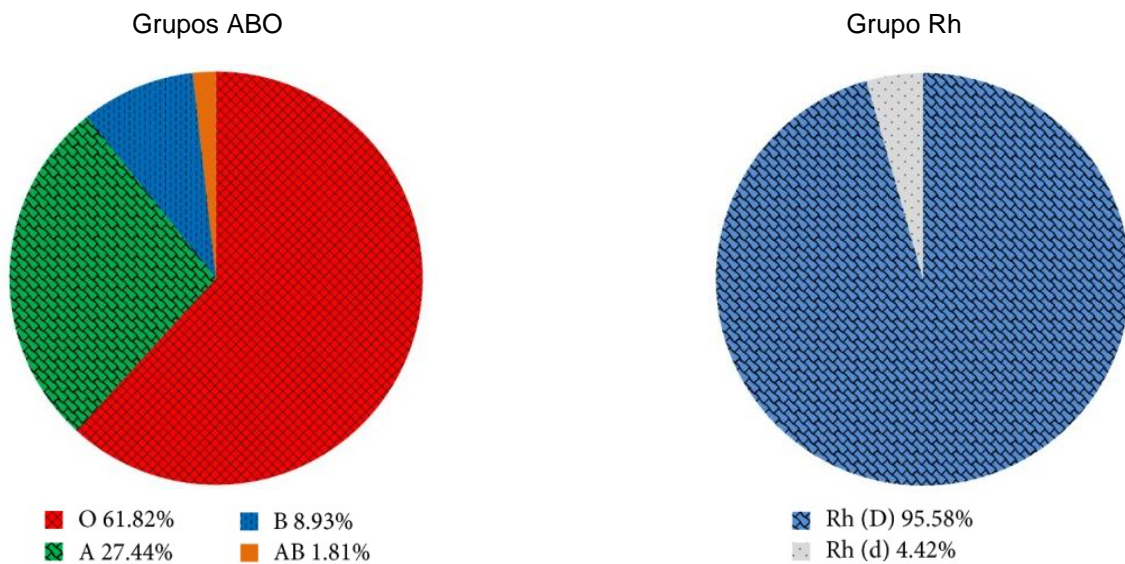
Sin embargo, sus frecuencias cambian en todo el país. El tipo de sangre O Rh (D) **fue más común en Puebla (73.15%)**, Estado de México (69.32%) y San Luis Potosí (66.18%) en comparación con Sinaloa (52.73%), Jalisco (54.86%) y Sonora (54,97%). Además, el tipo de sangre A Rh (D) fue más frecuente en Sinaloa (30.52%), Nayarit (28.60%) y Sonora (28.29%) mientras que en Puebla (18.34%), Estado de México (20.48%) y Veracruz (21,34%) fue menos frecuente (figura 6) [26]. En contraste, estudios fenotípicos en México de los grupos sanguíneos ABO han revelado que las poblaciones Amerindias contienen casi exclusivamente al grupo O [38].

“En el país , estudios de antígeno leucocitario humano (HLA) en poblaciones indígenas y caucásicas del noroeste, centro y la población de Jalisco, han demostrado homogeneidad genética en las poblaciones mestizas estudiadas (Nuevo Leon, Jalisco y Ciudad de México). Con esta herramienta es posible también distinguir la cercanía entre las poblaciones mestizas y la distancia con la africana” [39].

---

**Figura 5.** Distribución de los grupos sanguíneos ABO y Rh (D) en México.

---



---

Un total de 271,164 personas fueron analizadas para detectar grupos sanguíneos.

---

Fuente: Canizalez-Román, A., Campos-Romero, A., Castro-Sánchez, J. A., López-Martínez, M. A., Andrade-Muñoz, F. J., Cruz-Zamudio, C. K., ... Alcántar-Fernández, J. (2018). Blood Groups Distribution and Gene Diversity of the ABO and Rh (D) Loci in the Mexican Population. *BioMed Research International*, 2018.

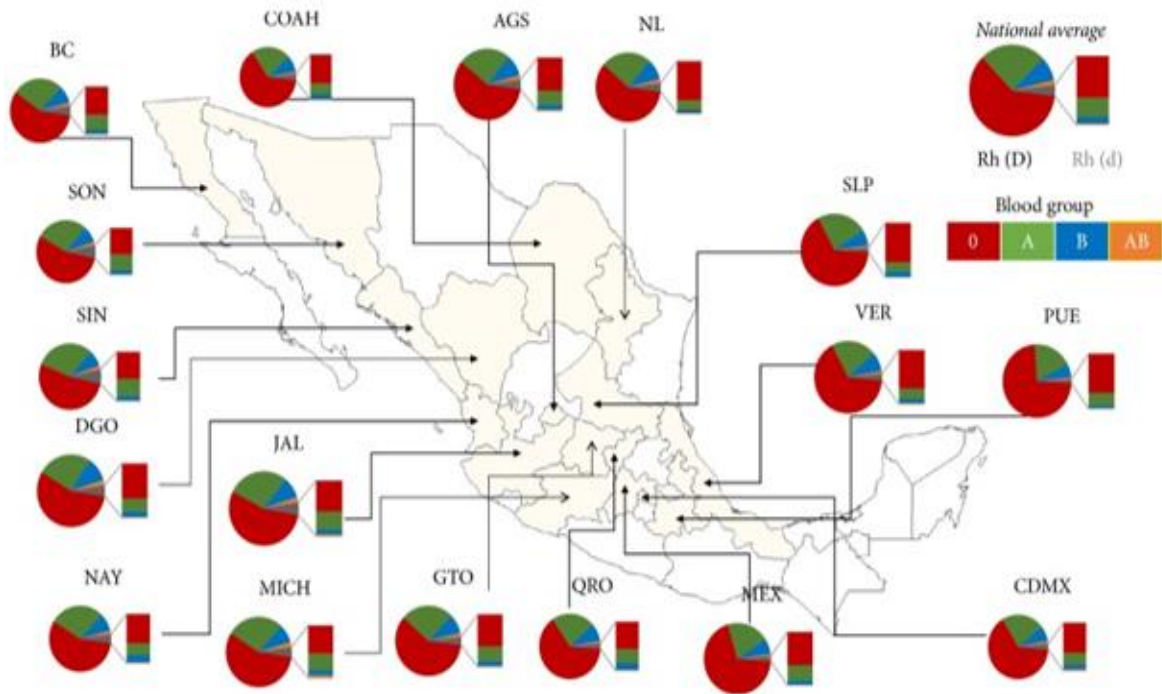
---

### Hipótesis de diversidad en grupos sanguíneos

Se han propuesto tres hipótesis que ayudan a poder explicar la alta frecuencia del grupo sanguíneo O:

- La primera propone que un efecto fundador ocurrió durante la colonización inicial de América. Datos del DNA mitocondrial, cromosoma Y, y marcadores autosómicos, sugieren que los nativos americanos contemporáneos, son descendientes de una sola población fundadora que migró al continente americano desde Beringia, se cree que un número pequeño de fundadores dieron lugar a todas las poblaciones nativas americanas.

**Figura 6.** Mapa que muestra la frecuencia (%) de los grupos ABO y Rhesus en diferentes estados de México



Los gráficos circulares resumen las proporciones promedio por estado de ABO agrupadas en el grupo Rh (D), y las barras muestran las proporciones de ABO combinadas con el grupo sanguíneo Rh (d). Promedio nacional del grupo sanguíneo: 4.42% para Rh (d) (color gris) y 95.58% para Rh (D), involucrando 61.82% para O (color rojo), 27.44% para A (color verde), 8.93% para B (color azul) y 1.81 para los grupos AB (color naranja). BC= Baja California; HIJO= Sonora; SIN= Sinaloa; DGO= Durango; NAY= Nayarit; COAH= Coahuila; JAL= Jalisco; MICH= Michoacán; NL= Nuevo León; GTO= Guanajuato; AGS= Aguascalientes; QRO= Queretaro; SLP= San Luis Potosí; VER= Veracruz; MEX= Estado de México; PUE= Puebla; CDMX= Ciudad de México.

Fuente: Canizalez-Román, A., Campos-Romero, A., Castro-Sánchez, J. A., López-Martínez, M. A., Andrade-Muñoz, F. J., Cruz-Zamudio, C. K., ... Alcántar-Fernández, J. (2018). Blood Groups Distribution and Gene Diversity of the ABO and Rh (D) Loci in the Mexican Population. *BioMed Research International*, 2018.

- La segunda hipótesis, plantea que la alta frecuencia del tipo sanguíneo O puede ser el resultado de la selección en respuesta a las epidemias provocadas por el contacto europeo. Algunos patógenos tienen moléculas que se parecen a los antígenos ABO (mimetismo molecular) que dificulta que el sistema inmune los detecte y los destruya. Por lo tanto, algunos individuos con ciertos tipos sanguíneos ABO pueden ser susceptibles a ciertas enfermedades.
- La tercera hipótesis, propone que la alta frecuencia del tipo sanguíneo O, puede reflejar un cuello de botella asociado con el contacto europeo. Evidencias arqueológicas e históricas muestran que el contacto europeo y el colonialismo dieron lugar a reducción significativa en el tamaño de la población como resultado de la guerra, esclavitud, y las epidemias causadas, y con esta reducción poblacional hubo reducción en la diversidad genética [38].

“En México, existen zonas marginadas con poblaciones amerindias que han sufrido una reducción drástica en el tamaño de la población casi al punto de extinción, y poblaciones mayores donde el flujo genético se ha mantenido constante. El componente amerindio es la base de nuestra población junto con el europeo y una pequeña proporción proveniente de África que trajeron los españoles consigo” [39].

### **Distribución poblacional**

La distribución del grupo sanguíneo ABO-Rh varía notablemente en diferentes razas y grupos étnicos en diferentes partes del mundo. Aparte de las variaciones espaciales y raciales/ étnicos, las frecuencias de grupos sanguíneos pueden cambiar temporalmente en una sola población [18].

“El origen de la humanidad residió en el continente africano y de ahí, mediante una serie de eventos moleculares de recombinaciones y mutaciones puntuales, se generaron evolutivamente los fenotipos del sistema sanguíneo Rh.

Así, el halotipo ancestral es cDe (Ro) y por ende es el más frecuente en la población de origen negro-africano (>60%), que en la asiática, europea o mesoamericana.” [29]

Se presume que el origen de los indígenas mesoamericanos se debió a diferentes oleadas migratorias provenientes de Asia, a través del estrecho de Bering. Durante la colonia española el mestizaje ocurre con el flujo de genes europeos, principalmente de origen español, pero también con otros como los de origen negro-africano [29].

Hasta el siglo pasado, los grupos indígenas nativos de México mantenían muchas de sus características, como lo mencionan estudios etnográficos, y su variación genética puede atribuirse a la carga genética, adaptación, selección natural y a la mezcla entre diferentes etnias en ciertas áreas [29].

Se han realizado investigaciones acerca de la composición genética los cuales reportan que los fenotipos CCDee y CcDEe ocupan indistintamente el primero o segundo lugar de frecuencia representando entre el 54 al 70% de todos los fenotipos observados. El fenotipo más común de la condición RhD negativo, que es ccdee, es más frecuente en las poblaciones con alto grado de mestizaje, como se representa en la ciudad de México [29].

### **3.2.6 Determinación del sistema sanguíneo ABO**

La correcta determinación del sistema sanguíneo ABO incluye la realización de dos pruebas complementarias:

- Prueba globular (directa): Búsqueda de antígenos eritrocitarios desconocidos en el individuo en estudio con sueros conocidos.
- Prueba sérica (indirecta): Búsqueda de anticuerpos en el suero del individuo en estudio con eritrocitos con antígenos ABO conocidos.

“Ambas pruebas se complementan de tal manera que la concordancia entre los resultados de las dos pruebas es la mejor garantía de una técnica segura.

Las discrepancias entre las dos pruebas nos demuestran posibilidades de error, lo cual indica que no se debe reportar el resultado hasta haber resuelto dicha discrepancia por técnicas específicas “[12].

Es importante observar la fuerza de aglutinación, la cual será de 4+, siempre y cuando se use en la prueba directa la cantidad de suero indicada por el fabricante y la prueba inversa dos gotas de suero del individuo en estudio contra los eritrocitos conocidos [12]. Se debe considerar:

- 1.- Que el estudio se realice con una muestra de suero y eritrocitos procedentes de un solo tubo y que se ha cuidado la identificación del individuo en estudio.
- 2.- Que, para la identificación de incongruencias, la determinación se llevará a cabo con eritrocitos resuspendidos en su propio suero o plasma del individuo en estudio.
- 3.- Cuidar la concentración de eritrocitos resuspendidos, que en el caso de tarjetas con gel la concentración normalmente será de 1%, para pruebas en tubo 3% y para pruebas en placa 10%.
- 4.- Que al momento de reportar se indique exactamente lo que se visualiza en la primera lectura, después de haber despegado el botón de células del tubo suavemente. Si existe, anotar el grado de aglutinación, hemólisis, ictericia, doble población y rouloux.
- 5.- En el caso de incongruencia, es importante analizar la historia clínica del individuo en estudio relacionada con medicina transfusional [12]:

- Sexo
- Edad
- Diagnóstico
- Tratamiento
- Antecedentes transfusionales
- Antecedentes ginecológicos

### **3.2.7 Generalidades**

#### **Componentes sanguíneos y su uso terapéutico**

La terapéutica transfusional está orientada a la resolución de manifestaciones clínicas generalmente agudas, en los pacientes que presentan deficiencia en la producción, vida media o funcionalidad de los componentes de la sangre [9].

La colecta de sangre sólo de donantes voluntarios y no remunerados de poblaciones de bajo riesgo es una medida estratégica fundamental para garantizar la seguridad, calidad, disponibilidad y accesibilidad de las transfusiones sanguíneas [40].

“Los servicios de salud deben tener siempre existencias suficientes de componentes de sangre que sean compatibles con los tipos sanguíneos de los receptores y eficaces para tratar las deficiencias fisiológicas de los pacientes, a la vez que estén libres de agentes nocivos para el organismo. Más aún, para ofrecer transfusiones eficaces, seguras y oportunas, los servicios de salud deben considerar los períodos de tiempo y las condiciones de almacenamiento apropiados para cada tipo de componente desde el momento de su preparación, así como las circunstancias en las que deben y pueden transfundirse de acuerdo al sexo, la edad y la historia clínica del paciente”. [1]

Las actividades de educación de la población y de reclutamiento, selección, atención y fidelización de donantes implican invertir en personal, insumos, equipo y servicios que tradicionalmente no se asocian al sector salud pero que deben ser incluidos en el presupuesto del ministerio correspondiente [1].

El uso de los productos sanguíneos se considera solamente como una terapia de apoyo, mientras se pretende resolver el problema de base que genera la condición patológica en un paciente y siempre debe considerarse que su uso puede desencadenar efectos adversos.

El término “componentes sanguíneos” se refiere a la fracción celular o acelular del tejido hemático, separada de una unidad de sangre total por centrifugación u obtenida por aféresis [9].

La disponibilidad de equipo sofisticado en los bancos de sangre actuales ha permitido fraccionar la sangre en sus diferentes componentes y preservarla, con lo cual la disponibilidad de productos más especializados para tratar padecimientos específicos está al alcance de los médicos [7].

Existen una gran variedad de productos que se subdividen en derivados lábiles celulares o plasmáticos (tabla 8):

**Tabla 8.** Componentes sanguíneos.

<b>Derivados celulares lábiles</b>	<b>Derivados plasmáticos lábiles</b>	<b>Hemoderivados</b>
1.- Eritrocitos	1.- Plasma fresco congelado	1.- Albúmina
2.- Plaquetas	2.- Plasma desprovisto de crioglobulinas.	2.- Factores de coagulación
3.- Leucocitos	3.- Crioprecipitados	3.- Inmunoglobulinas 4.- Antiproteasas

Fuente: Santamaria Miranda, J. (2007). Frecuencia poblacional del sistema sanguíneo ABO y factor Rh en donadores de sangre del hospital de concentración Satelite (ISSEMyM) (Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.

## **Transfusión de sangre**

Entre las pocas indicaciones para transfundir sangre completa a un paciente podemos encontrar la hemorragia, ya sea debida a traumatismo, posterior a proceso quirúrgico o por algún evento asociado a sangrado masivo. Antes de la transfusión existen un sin fin de procedimientos que deben seguirse para hacerlo de una manera segura, la tipificación de los grupos sanguíneos y la compatibilidad cruzada entre la sangre de quien dona y la sangre del receptor son practicadas antes de la administración de cualquier producto o derivado sanguíneo. Los eritrocitos empaquetados se administran para restaurar la masa eritrocítica en los enfermos con anemias crónicas sin hipovolemia.

La transfusión sanguínea no debe efectuarse en ningún momento como medio o alternativa sustitutiva para una investigación completa de un enfermo con anemia, ni para evitar la corrección de anormalidades específicas, por ejemplo, la deficiencia de vitamina B12 o deficiencia de hierro, es por ello que existen actualmente

indicaciones para poder llevar a cabo la transfusión de componentes o derivados sanguíneos, como los que se mencionan en la tabla 9 [2].

---

**Tabla 9.** Indicaciones especiales para la transfusión de sangre.

---

El requerimiento de sangre reciente en algunos pacientes con enfermedad hepática grave.

---

Coagulación intravascular diseminada.

---

Hemorragia refractaria a todo tratamiento.

---

Transfusión intrauterina.

---

Transfusión de intercambio en la enfermedad hemolítica del recién nacido.

---

Transfusión autóloga en los enfermos con grupos sanguíneos o anticuerpos muy raros y que están sujetos a tratamiento quirúrgico electivo.

---

Fuente: Tabla elaborada por el tesista en base al estudio del autor Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de enero de 2019, de Grupos sanguíneo.

---

## **Autotransfusión**

La autotransfusión ayuda a disminuir la mayor parte de riesgos que conlleva una transfusión sanguínea como la incompatibilidad, la aloinmunización, la inmunosupresión y la transmisión de enfermedades infecciosas, de igual modo que es una manera de poder mantener el adecuado abastecimiento del banco de sangre.

Autodonación y predepósito: Se utiliza en cirugías programables que suelen necesitar transfusión, autodonando el paciente aproximadamente una vez por semana si lo tolera, mientras recibe suplementos de hierro. Se pueden conseguir hasta 6 unidades. Una variante de la misma es la hemodilución normovolémica en la que se extrae el paciente 24-48 horas antes de la intervención, una o dos unidades de sangre sustituyendo su volumen por soluciones coloides o cristaloides; con ello se mejora la microcirculación y se reduce la pérdida de hematíes en un volumen dado de hemorragia intraoperatoria [2, 41].

## Reacciones adversas de la transfusión de sangre

“La donación de sangre y sus componentes es un proceso al cual se enfrenta el individuo y donde intervienen una serie de elementos internos y externos, que al interactuar influyen como factores de riesgo para presentar una reacción adversa a la donación (RAD), entendiéndose ésta como todo evento inesperado que se suscita en el proceso de donación y que pone en riesgo la integridad, la estabilidad y/o la salud del donante, al ocasionar incapacidad y/o enfermedad” [31].

A principios de los 90 surgió la hemovigilancia con el objetivo de mejorar la seguridad de los pacientes y donantes [40].

Una reacción transfusional como su nombre lo indica es una reacción inesperada en el cual la sangre del donador.

En la práctica diaria un 2-5% de los pacientes transfundidos presentan una reacción transfusional clínicamente significativa, siendo excepcionalmente mortal [41].

puede afectar al receptor, y asociarse a varios efectos adversos. Algunas de estas reacciones son agudas y pueden aparecer durante o poco después de la transfusión, pero los efectos clínicos de otras son tardíos, a veces después de meses o años [2, 41,42].

“Las reacciones transfusionales pueden ser clasificadas en inmunológicas y no inmunológicas. Ambas pueden ser inmediatas o tardías; las reacciones inmediatas ocurren dentro de los primeros minutos hasta las 24 horas de la transfusión, mientras que las tardías pueden desarrollarse en días, meses e incluso años” [43]. Para efecto del estudio de las RAT se considerarán las categorías mencionadas en la tabla 10.

“Las reacciones inmunitarias incluyen las reacciones alérgicas, la incompatibilidad de los eritrocitos, las incompatibilidades asociadas con los leucocitos, las plaquetas y las reacciones de los aloanticuerpos” [2]. La investigación y análisis de las RAT se realiza teniendo en cuenta los siguientes conceptos [43,44]:

- a) Trazabilidad: Identificación plena de los componentes sanguíneos que permite hacer un seguimiento completo de toda la cadena transfusional

- b) Grado de severidad de las reacciones: Dependiendo de las características clínicas de la reacción, pueden ser clasificadas en grados 4 (tabla 11).
- c) Imputabilidad de las reacciones: Que es definida como la asociación causal entre la trasfusión de sangre o sus componentes y la presentación de la reacción adversa.

---

Tabla 10. **Categorías de las reacciones adversas transfusionales.**

---

**INMUNOLÓGICAS**

---

**Inmediatas**

---

Hemolítica

Febril no hemolítica

Alérgicas:

- Urticaria
  - Anafilaxia
- 

**Tardías**

---

Aloinmunización contra antígenos eritrocitarios leucocitarios, plaquetarios o proteínas plasmáticas.

Hemolítica

Enfermedad injerto contra hospedero (EICH\_AT)

Púrpura post transfusión

---

**NO INMUNOLÓGICAS**

---

**Inmediatas**

---

Contaminación bacteriana

Sobrecarga circulatoria

Hemolisis no inmune

Embolia

Hipotermia

Desequilibrio hidroelectrolítico

Coagulopatía hemodilucional

---

**Tardías**

---

Hemosiderosis

Transmisión de infecciones virales, bacterianas y parasitarias

---

Fuente: Gispert Curells, Jorge. Conceptos de bioética y responsabilidad médica. 3ra. Edición. Editorial El Manual moderno, México, 2005.

---

**Tabla 11.** Grado de severidad de las reacciones

<b>GRADO DE SEVERIDAD</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>SÍNTOMAS Y SIGNOS</b>	<b>CAUSA PROBABLE</b>
<b>Grado 4</b>	Muerte durante o después de la transfusión.		
<b>Grado 3</b>	Amenazan la vida del paciente	Fiebre Hipotensión Orina de color obscuro Sangrado inexplicable Dolor torácico Dolor en el sitio de punción Cefalea Disnea	SIN SINTOMAS RESPIRATORIOS: Hemolisis intravascular aguda, shock en caso de contaminación bacteriana, anafilaxia.  CON SÍNTOMAS RESPIRATORIOS: Hipovolemia, TRALI
<b>Grado 2</b>	Morbilidad a largo plazo	Urticaria Prurito Fiebre Ansiedad Taquicardia Palpitaciones Disnea leve Cefalea	Reacción alérgica Reacción febril no hemolítica Contaminación bacteriana Infecciones transmitidas por transfusión Aloinmunización
<b>Grado 1</b>	Síntomas leves	Urticaria y/o prurito	Reacción alérgica
<b>Grado 0</b>	Transfusión inapropiada de componentes sanguíneos	Sin consecuencias biológicas para el receptor.	

Fuente: Gempeler Lleras, E. (1970). Prevención de la isoimmunización al factor Rh con globulina Anti- D. Revista Colombiana De Ginecología Y Obstetricia, XXII.

### 3.2.8 Definiciones

#### La sangre.

“Es un tejido conjuntivo líquido que circula a través del aparato cardiovascular. Está formada por células y un componente extracelular cuyo volumen supera el de las células. El volumen total de sangre en un adulto normal es de 6 litros, lo cual equivale al 7-8% del peso corporal total” [45].

Entre sus múltiples funciones están:

- Transporte de sustancias nutritivas y oxígeno
- Transporte de desechos y dióxido de carbono
- Distribución de hormonas y otras sustancias de regulación
- Mantenimiento de la homeostasis por actuar como amortiguador (buffer) y participar en termorregulación y coagulación.

Está compuesta por células (eritrocitos, leucocitos, plaquetas) y sus derivados acompañados de un líquido con proteínas abundantes llamado plasma. Todas estas células sanguíneas son desarrolladas por células precursoras producidas principalmente en médula ósea [7, 45].

#### Eritrocitos

Los glóbulos rojos (eritrocitos) son producidos en la médula ósea bajo el control de la hormona renal eritropoyetina y son las células más numerosas en la sangre ocupando un 45 % del volumen sanguíneo total. Después de entrar al torrente sanguíneo, los glóbulos rojos tienen una vida media de 120 días antes de ser fagocitados por los macrófagos del bazo, médula ósea e hígado. Los glóbulos rojos contienen hemoglobina, pigmento rico en hierro, cuya función primaria es la de almacenar y transportar oxígeno.

La hemoglobina es una proteína de 68 kDa, compuesta por 4 cadenas polipeptídicas (globina  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\gamma$ ) cada una de las cuales forma un complejo con un grupo hemo que contiene hierro. La Hemoglobina A (HbA) conforma el 96% de la hemoglobina

total en un adulto y contiene dos cadenas  $\alpha$  y dos  $\beta$ . Cada molécula de hemoglobina puede unirse de forma reversible con una molécula de oxígeno. En adultos del género masculino el nivel de esta es 14g/dL y en las mujeres 13g/dL [7,45].

## **Leucocitos**

Los glóbulos blancos (leucocitos) constituyen una familia de células que se subclasifica en dos grupos generales:

- Granulocitos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos)
- Agranulocitos (Linfocitos, monocitos)

“Son producidos en la médula ósea y en tejido linfático. Su función principal en la sangre es identificar, destruir y remover cualquier material extraño que ha entrado al organismo. Son importantes para combatir infecciones y para el desarrollo de la resistencia a la infección en la respuesta natural o inmunización. Ocupan menos de 1% del volumen sanguíneo total” [7,45].

## **Plaquetas**

Son pequeños fragmentos citoplasmáticos limitados por membrana y carentes de un núcleo, estos fragmentos provienen de los megacariocitos (células grandes poliploides) que son producidos en la médula ósea y contienen enzimas y otras sustancias biológicamente activas.

“Su función es la de responder a cualquier daño a la pared vascular agregándose en el sitio de la lesión para formar un tapón plaquetario temporal y liberando su contenido a la sangre”. [7,45]

## **Componentes sanguíneos y hemoderivados**

### **Concentrado eritrocitario**

“Unidad que contiene mayoritariamente glóbulos rojos, obtenidos por fraccionamiento de una unidad de sangre total de una donación única o de una sesión de eritroaféresis. El concentrado eritrocitario (CE) es el componente obtenido por remoción de una parte del plasma de sangre total (ST) que contiene mayoritariamente eritrocitos.” [9]

“La cifra de Hb. y/o Hto. no es indicativa para decidir la necesidad de transfusión; es la sintomatología clínica la que nos hará tomar esta decisión. Hay que recordar que los pacientes sin factores de riesgo asociado (cardiópatas, ancianos, etc.) toleran bien cifras de Hb. de 7 g/dl o inferiores, siempre que la instalación no sea aguda ni estén hipovolémicos. En caso de que la sintomatología obligue a transfundir, se hará con la menor cantidad de eritrocitos necesarios para corregir los síntomas.” [9]

No se deberá marcar como meta el superar los 10 g/dl o llegar a cifras normales con las transfusiones.

Sus indicaciones terapéuticas varían según la edad del paciente, el incremento por unidad transfundida en pacientes adultos es de 1 g/dl de hemoglobina o 3 a 4 % de hematocrito y de 8 ml/kg de peso incrementan 1 g/dl de hemoglobina o 3 a 4% de hematocrito en pacientes pediátricos. La vida media de los eritrocitos transfundidos está calculada entre 50 a 60 días y pueden variar por factores como: inadecuada conservación del producto, estado de salud del receptor, sangrado, enfermedad renal crónica, desequilibrio ácido-base, entre otras [7,9,46].

### **Concentrado eritrocitario lavado**

Unidad de glóbulos rojos de la que se han removido en proporción suficiente el plasma y la capa leucoplaquetaria mediante enjuagues sucesivos con solución salina isotónica.

Son eritrocitos a los cuales se les ha hecho una remoción de plasma y otras células sanguíneas mediante sucesivas irrigaciones con solución salina isotónica y diversas soluciones de lavado específicas. Adquieren una validez máxima de 24 horas si se realiza conexión estéril puesto que se remueve la solución preservadora. En cambio, si el proceso realiza en sistema abierto en campana de flujo laminar su validez será de cuatro horas ya que es un producto potencialmente contaminado. En ambos casos, la temperatura de conservación es de +1 a +6 °C.

Esta indicado en pacientes que han presentado reacciones transfusionales así como alergia, en pacientes con deficiencia de IgA, o en pacientes con hemoglobinuria paroxística nocturna [7,9,46]

### **Concentrado eritrocitario con leucorreducción**

Componente eritrocitario obtenido mediante remoción de una parte importante de leucocitos. Se han puesto en práctica diversos métodos para la reducción de leucocitos remanentes en los componentes hemáticos celulares. Esta indicado en pacientes sensibilizados a antígenos del sistema HLA, pacientes politransfundidos que han presentado reacciones febriles recurrentes no hemolíticas o pacientes que serán sometidos a trasplante renal o de médula ósea, así como método de prevención para CMV asociado a transfusión [7,46].

### **Plasma**

Es la sustancia fundamental de la sangre, en la que flotan las células sanguíneas. El 91.5% del peso del plasma corresponde a agua que sirve como solvente para una gran variedad de solutos (proteínas, gases disueltos, electrólitos, sustancias nutritivas, y material de desecho) éstos ayudan a mantener la homeostasis proporcionando una osmolaridad y pH óptimos para el metabolismo celular y un 7% aproximadamente de su peso corresponde a solutos, principalmente proteínas. Las proteínas plasmáticas principalmente son: Albúmina, globulinas y fibrinógeno, es por ello que tiene la capacidad de coagular [7, 45].

Para obtener sus beneficios debe ser administrado en forma específica de acuerdo a las deficiencias y no existe su justificación para uso como expansor de volumen. Su principal función es la hemostasia el cual es un proceso fisiológico complejo que permite detener el sangrado con la participación de tres componentes:

1. Plaquetas
2. Proteínas plasmáticas (factores de la coagulación)
3. Vasos sanguíneos y células endoteliales

“Las indicaciones sólo serán profilácticas y éstas dependen de las condiciones clínicas del paciente, la causa del sangrado, el número y funcionalidad plaquetario. Existe mayor riesgo de hemorragia cuando la caída de la cuenta de plaquetas es súbita que cuando la trombocitopenia es crónica” [7,9,46].

### **Plasma envejecido**

Es el plasma que en cualquier momento después de la recolección ha permanecido 6 horas o más a temperaturas  $>-18^{\circ}\text{C}$ .

### **Plasma fresco**

Plasma que se encuentra en el lapso de las primeras 6 horas posterior a la recolección.

### **Plasma fresco congelado**

“Aquel obtenido de un donante de sangre total o mediante aféresis y que se congela en un periodo de tiempo y a determinada temperatura, que permitan que los factores lábiles de la coagulación se mantengan en estado funcional” [9].

Es el elemento líquido de la sangre total, el cual se obtiene una vez retirados los componentes formes, congelado de manera preferente en las primeras seis horas

de su obtención, a -30 °C en el lapso de una hora; y posteriormente conservado a -18 °C, hasta por un año.

El método de obtención es mediante centrifugación o sedimentación y contiene niveles normales de factores de coagulación estables, albúmina e inmunoglobulinas. Aporta los factores de la coagulación y de la fibrinólisis necesarios para la corrección de coagulopatías [7,46].

### **Crioprecipitados**

Es la fracción proteica precipitable obtenida del plasma fresco congelado a una temperatura de -70 °C, la cual se conserva precipitada al descongelarse en adecuado control de condiciones. Ésta contiene en un volumen de 5 - 25 ml un mínimo de 80 UI de factor VIII; de 150 - 250 mg de fibrinógeno; del 20 - 30% del factor XIII y del 40 - 70% del factor von Willebrand además de fibronectina, presente en el plasma original. La principal función del crioprecipitado es la corrección de deficiencia de factores de la coagulación como son el I, VIII, von Willebrand y XIII [46].

### **Otros productos**

#### **Sangre total**

“El tejido hemático tal y como se obtiene en una sesión de extracción, suspendido en una solución anticoagulante” [9].

#### **Sangre fresca**

“El tejido hemático de reciente extracción, que se ha mantenido en condiciones adecuadas de conservación y que mantiene todas las propiedades de sus diversos componentes” [9]

## **Sangre fresca total**

Es la unidad que contiene tejido hemático no fraccionado suspendido en solución anticoagulante con o sin soluciones aditivas, durante las primeras seis horas cuando se colecta en ACD u ocho horas con CPD.

“Su principal función es el transporte de oxígeno a los tejidos y aumento de volumen. Su indicación es muy restringida. En la actualidad no debe utilizarse la sangre total (ST). Lo indicado es el uso de los componentes sanguíneos específicos que se requieran, o en algunos casos bien definidos, sangre total reconstituida” [7,46].

## **Hemoderivados**

“Los hemoderivados son obtenidos a partir del fraccionamiento del plasma humano y son utilizados con fines terapéuticos. Corresponden a la albúmina, factores de la coagulación (VIII, IX, X, complejo protrombínico activado, XIII, antitrombina, proteína C y S), inmunoglobulinas, selladores de fibrina y soluciones de proteínas plasmáticas. Se excluyen todos los elementos formes de la sangre conocidos como componentes sanguíneos” [46].

La OMS (Organización Mundial de la Salud) incluye a los hemoderivados como medicamento esencial debido a su papel crítico en uso clínico. Los pacientes con inmunodeficiencias primarias (IDP), trastornos de la coagulación son las más enfermedades importantes que pueden superar con sus trastornos de PDM [47].

## **Inmunoglobulinas**

Es el grupo heterogéneo de anticuerpos procedentes de la respuesta a un estímulo antigénico. Dicha preparación contiene inmunoglobulinas (Ig) no modificadas compuesta en más del 95% de su totalidad por IgG; con mínima cantidad de otras

proteínas como IgM, IgA, IgE, antígenos de histocompatibilidad solubles y receptores solubles tipo CD4, que contienen anticuerpos específicos hacia antígenos de diverso origen así como toxinas, proteínas virales, citosinas, polisacáridos bacterianos, idiotipos entre otros. Una rasgo particular es la ausencia o presencia de IgA. Con base en la dosis, la función puede ser: inmunosupresión, inmunoestimulación e inmunomodulación [46].

### **Inmunoglobulinas hiperinmune**

En la actualidad, se disponen de inmunoglobulinas hiperinmunes contra tétanos, hepatitis A y B, virus sincitial respiratorio, varicela, rubeola, sarampión y rabia. Su vía de administración es intramuscular y en algunos casos puede ser intravenosa, como en pacientes en los que se ha presentado una exposición a la infección en las primeras 72 horas. Cabe señalar, que usualmente sólo es útil para disminuir la severidad de las manifestaciones clínicas sin embargo no descarta totalmente el riesgo de desarrollar la infección [46].

### **Inmunoglobulina humana anti-D**

La inmunoglobulina humana anti-D es obtenida a partir de plasma humano y principalmente corresponde a una inmunoglobulina tipo IgG. Consta de dos presentaciones: líquida y liofilizada; ésta última debe administrarse inmediatamente una vez reconstituida. Se debe tener especial atención en no emplearse las soluciones que presenten sedimentos o que se observen turbias.

En mujeres Rho D negativa, la prevención de la inmunización al antígeno Rho es prioritaria, principalmente porque la sensibilización es producida posterior al parto, sin embargo, puede originarse también durante la gestación [46].

## **Albúmina**

Es la fracción plasmática obtenida a partir de grandes mezclas del mismo. Su obtención debe de ser bajo condiciones estrictamente controladas específicamente de pH, fuerza iónica y temperatura, con el objetivo de que la pureza electroforética en el producto concluyente de la cantidad neta de proteínas sea >95%.

Ésta solución es preparada en vehículos de 50 ml como una solución concentrada, la cual posee un contenido de proteínas totales de 20 – 25% y equivale a 4 - 5 veces la presión coloidosmótica del volumen de plasma total.

“Su principal función es el mantenimiento de la presión coloidosmótica en un 60 a 80%, aunque también se encarga del transporte y captación de diferentes sustancias, inhibe la agregación plaquetaria e incrementa tiempos de coagulación como el tiempo de protrombina (TP) y el tiempo de tromboplastina parcial (TTP)” [46].

## **Concentrados plasmáticos de la coagulación**

“Proteínas de coagulación las cuales son obtenidas por fraccionamiento plasmático e incluyen a los factores I (fibrinógeno), VII, VIII (con o sin factor de von Willebrand), IX, X, XI, XIII, factor de von Willebrand, complejo protrombínico activado (CTA), trombina y los anticoagulantes naturales antitrombina y proteína C.” [46].

### **Concentrado de complejo protrombínico activado**

Complejo activado de protrombina, empleado para el control de incidentes de hemorragia espontánea en pacientes con hemofilia e inhibidores.

### **Factor VII recombinante activado (VIIr)**

No es considerado un hemoderivado, sin embargo, su inclusión es considerada por el uso que posee en la medicina transfusional. Este es producido por ingeniería genética a partir de células de riñón de crías de hámster (células BHK). Su función principal es para el manejo del paciente con Hemofilia A o B con inhibidor de alta respuesta [46].

### **Antitrombina III**

Ésta, siendo uno de los inhibidores más sobresalientes de la trombina, está indicada en el tratamiento de las complicaciones tromboembólicas y la profilaxis de alteraciones hemostáticas cuando coexisten diversos factores de riesgo (parto, gestación, eventos quirúrgicos, politraumatismos, etc.); en el déficit congénito de antitrombina III (AT III). Así como el tratamiento y profilaxis de complicaciones tromboembólicas en deficiencias adquiridas de AT III, cirrosis y coagulopatías de consumo de diversas génesis (CID).

#### **3.2.9 Métodos de laboratorio y pruebas**

“A lo largo de los años el trabajo del laboratorio dentro de los servicios de transfusión ha sufrido cambios, entre los que se encuentran migrar de técnicas manuales a tecnologías automatizadas, siendo obligado asegurar el control del proceso.” [48]  
El bioquímico hematólogo es el encargado de efectuar las pruebas que aseguren el éxito de la transfusión [2,9,48, 49].

- Grupo Sanguíneo (A, B, 0)
- Factor (Rh)
- Pruebas de Compatibilidad Cruzada
- Prueba de Coombs
- Detección de otros grupos, subgrupos, antígenos, anticuerpos y factores

Además, debe investigar la inexistencia de agentes etiológicos de varias enfermedades transmisibles como:

- HIV (SIDA).
- HBSAg (hepatitis B, también C y E)
- Tripanosoma cruzi (serología para Chagas)
- Toxoplasma gondii (serología para toxoplasmosis)
- Brucella abortus (serología para brucelosis)
- Treponema pallidum (serología para sífilis)

En la normativa nacional se establece que todos los laboratorios deben aplicar programas de control de calidad, asegurar el proceso desde la obtención de las muestras hasta la emisión de resultados [48].

**Etapa pre-analítica:**

“En esta etapa se incluyen la valoración médica, elaboración de solicitudes al laboratorio, identificación correcta del paciente, etiquetado de tubos y la flebotomía (toma de muestras)” [48].

**Etapa analítica:**

En esta etapa se contempla todo el procesamiento analítico de las muestras e implica el control de:

Las muestras

Los reactivos

Los métodos analíticos

Control de material de vidrio (limpieza) [48].

La calidad de las muestras puede verse afectada por las técnicas de extracción, separación, conservación y del origen.

Los reactivos utilizados en el control de calidad interno son:

1. Células de fenotipo conocido: Las células deben inspeccionarse antes de su uso, no deben presentar hemólisis, cambio de color, autoaglutinación, contaminación bacteriana, coágulos, etc. La concentración es muy importante, ya que dependerá si la prueba se realiza en tubo (2-4%) o en tarjeta (revisar inserto de la técnica según la marca). Pueden utilizarse soluciones para su conservación, siempre y cuando éstas no alteren o modifiquen la estructura y expresión antigénica.

2. Antisueros: Los criterios y especificaciones que deben cumplir los reactivos hemoclasificadores se encuentran referenciados en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos como: origen (monoclonales, humanos), código de colores, pH, avidez, títulos, potencia, etc. siendo de vital importancia siempre revisar el inserto del reactivo antes de su uso.

### **Pruebas de hemoclasificación y hemocompatibilidad**

Todos los estudios se realizan de acuerdo con lo establecido en la NOM 253-SSA1-2012 [9].

- **Técnica en tubo.** Se enfrentan las células A1, A2, B y O si se cuenta con ellas contra los antisueros anti-A, anti-B, anti-A, B y anti-D y control. Se colocan células en una concentración de 2 a 4% y la cantidad de antisuero determinada en el inserto. Y el resultado debe anotarse en cruces [48].
- **Técnica en gel:** fase sólida o perlas de vidrio: Deben revisarse las instrucciones del proveedor.
- **Técnica en tarjeta:** Se utilizan tarjetas de grupo sanguíneo y la concentración de células se realiza de acuerdo con la técnica; (verificar con el proveedor), algunos proveedores no incluyen suero anti-AB ni células A2 y O para determinar el grupo sanguíneo.

“La dilución de las células se realiza utilizando los reactivos de la casa comercial. En ambas técnicas se centrifuga y se lee el resultado. Siempre deberá colocarse el autotestigo, glóbulos rojos y suero del paciente, debido a que podrían existir autoanticuerpos tanto libres como pegados al eritrocito” [48].

“Para los resultados en tarjeta se clasifican según el grado de aglutinación. Para determinar la expresión débil del antígeno D se utiliza la técnica en tubo con un antisuero anti-D que contenga anticuerpos del tipo IgG, la prueba se incuba por aproximadamente 30 min en baño María a temperatura de 37 o C y se lleva a fase de Coombs. Un resultado positivo debe etiquetarse como Rho D débilmente positivo o utilizar anticuerpos específicos contra las diferentes clonas del antígeno D para

determinar las diferentes variantes, la más común es el DVI+, algunas tarjetas de gel contienen estos anticuerpos específicos” [48].

### 3.2.10 Determinación del grupo sanguíneo ABO

El grupo sanguíneo ABO puede determinarse por dos procedimientos:

- Grupo hemático
- Grupo sérico; los resultados obtenidos con ambos procedimientos deben coincidir [2, 49].

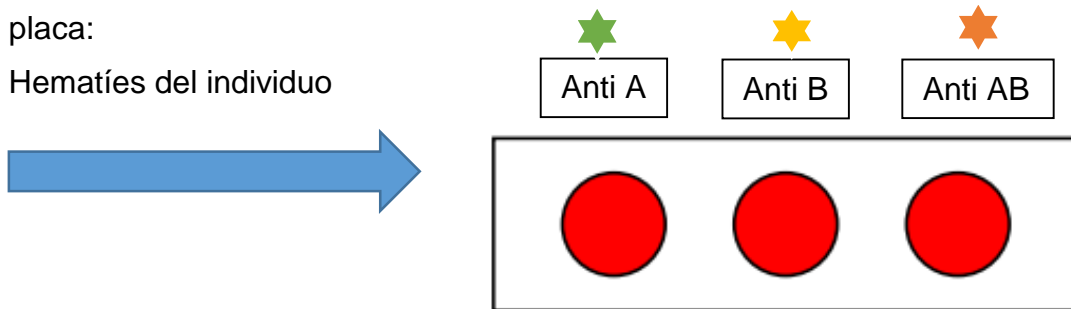
#### Grupo hemático:

Consiste en enfrentar a los hematíes del individuo que se investiga su grupo sanguíneo con antisueros específicos. Los resultados se interpretarán según se muestra en la tabla 12.

- Anti-A
- Anti-B
- Anti A-B

Punto final: Aglutinación visible.

Ejemplo de hematíes del individuo a investigar grupo sanguíneo con método en placa:



**Tabla 12.** Interpretación del grupo hemático

Grupo ABO	Reacción con anti-A	Reacción con anti-B	Reacción con anti-AB
-----------	---------------------	---------------------	----------------------

<b>A</b>	++++	----	++++
<b>B</b>	----	++++	++++
<b>AB</b>	++++	++++	++++
<b>O</b>	----	----	++

Fuente: Tabla elaborada por el tesista en base al estudio del autor Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de enero de 2019, de Grupos sanguíneo.

### Grupo sérico:

“El suero del individuo se enfrenta con hematíes A y B. La presencia de anti – A y/o anti – B en dicho suero, presentará un modelo específico de aglutinación. Por ejemplo: un suero del grupo O aglutinará tanto a los hematíes A como a los B, ya que contiene ambos anticuerpos (anti – A y anti – B)” [2]. Los resultados se interpretarán según se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13.** Interpretación del grupo sérico

<b>Grupo ABO</b>	<b>Suero del individuo más:</b>	
	Reacción con glóbulos rojos A	Reacción con glóbulos rojos B
A	----	++++
B	++++	----
AB	----	----
O	++++	++++

Fuente: Tabla elaborada por el tesista en base al estudio del autor Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de enero de 2019, de Grupos sanguíneo.

“Un receptor puede ser transfundido con sangre de un donante que no sea de grupo ABO idéntico (tabla 14), siempre que la sangre sea compatible desde el punto de vista de este sistema. No nos olvidemos que los antígenos de grupo se encuentran sobre la superficie de los glóbulos rojos, mientras que los anticuerpos circulan en el plasma” [2].

Grupo O: Llamado “donante universal”, porque sus hematíes, al carecer de antígenos A y B pueden ser transfundidos a cualquier receptor independientemente de su grupo sanguíneo ABO.

Grupo AB: Llamado “receptor universal”, porque su plasma no contiene los anticuerpos anti – A ni anti – B pueden, por lo tanto, recibir sangre de cualquier

Grupo ABO del receptor	Donante ABO compatible
A	A – O
B	B – O
AB	AB – A –B – O
O	O

grupo del sistema ABO.

**Tabla 14.** Grupos sanguíneos y su compatibilidad.

Fuente: Tabla elaborada por el tesista en base al estudio del autor Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de enero de 2019, de Grupos sanguíneo.

### 3.2.11 Determinación del factor Rh

“Se enfrentan los hematíes problemas con suero anti – D. Los hematíes que aglutinan con el anti – D son Rh positivos, mientras que, si no lo hacen, son Rh negativos. En la determinación del Rh no puede efectuarse el grupo sérico, pues no necesariamente un individuo Rh negativo tiene anticuerpos anti – D en su suero, puesto que éstos no son naturales sino inmunogénicos. Los tendrá únicamente en el caso de que haya recibido sangre Rh positivo, o bien en el caso de una mujer sensibilizada por embarazo” [2,30,31,29,49].

### Determinación del antígeno Du

Los hematíes Du ofrecen reacciones débiles o negativas cuando se determina su Rh. Aunque el anti – D se fija a los hematíes Du , el anticuerpo es insuficiente para producir aglutinación. El anti – D fijado a los hematíes puede detectarse mediante la prueba indirecta de la antiglobulina (AGRh).

## Prueba de la antiglobulina – test de coombs:

La fijación de anticuerpos tipo IgM a los glóbulos rojos generalmente produce aglutinación. Contrariamente los anticuerpos tipo IgG se fijan a los glóbulos rojos, pero no producen aglutinación. La sensibilización de los hematíes por IgG puede detectarse mediante la técnica de la antiglobulina o test de Coombs.

Hay dos tipos de prueba de la antiglobulina:

### 1. Prueba directa (Coombs directa):

Es positiva cuando los hematíes de un individuo han sido sensibilizados en su propio organismo. Detecta a los anticuerpos y también a complemento unidos a los glóbulos rojos.

Los hematíes procedentes de una muestra de sangre extraída con EDTA se lavan con suero salino normal con el objeto de separar las proteínas no fijadas a los mismos. A esta suspensión de glóbulos rojos lavados se le añade antiglobulina humana; se centrifuga y luego se observa si hay o no aglutinación. La presencia de aglutinación significa que los glóbulos rojos del individuo están sensibilizados con anticuerpos o complemento. En la siguiente tabla se mencionan los únicos casos en que debe indicarse la prueba de Coombs directo.

---

**Tabla 15.** Indicaciones del test directo (Coombs directo).

---

Enfermedad hemolítica del recién nacido

---

Anemia hemolítica autoinmune

---

Anemia hemolítica inducida por fármacos

---

Reacciones transfusionales

---

Fuente: Tabla elaborada por el tesista en base al estudio del autor Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de enero de 2019, de Grupos sanguíneo.

---

## **2. Prueba indirecta (Coombs indirecto):**

Detecta la sensibilización in vitro. Investiga la presencia de anticuerpos incompletos en el suero. En este caso se lavan eritrocitos que contengan el antígeno D o fracción de complemento en su superficie, se les resuspende en solución salina y se les enfrenta con el suero problema para verificar si existen en él mismo anticuerpos anti – D o anti C3 del complemento. Se los incuba a 37 °C y se agrega antiglobulina.

A continuación, en la tabla 16 se menciona en qué casos es útil la prueba de coombs indirecto.

---

**Tabla 16.** Indicaciones del test indirecto (Coombs indirecto).

---

**Detección de anticuerpos circulantes en suero problema:** El suero de un individuo es incubado con hematíes de fenotipo conocido para detectar anticuerpos dirigidos contra un antígeno eritrocitario específico.

---

**Determinación de fenotipos:** Un anticuerpo de especificidad conocida se incuba con los hematíes problema para identificar en éstos, antígenos específicos de grupo sanguíneo.

---

**Pruebas cruzadas:** El suero del receptor se incuba con los hematíes de un posible donante para detectar anticuerpos que podrían reducir la supervivencia de los hematíes transfundidos.

---

Tabla elaborada por el tesista en base al estudio del autor Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de enero de 2019, de Grupos sanguíneo.

---

#### **4. Planteamiento del problema**

Como hemos comentado a lo largo de este proyecto, el país se encuentra dentro de las estadísticas más bajas respecto a donación de sangre año con año, es importante enfatizar que México aún es un país tradicionalista y que gran parte de su población se basa en mitos y creencias respecto a estos temas, del mismo modo Puebla y Tehuacán en particular no se encuentran exentos de esta problemática.

La donación actualmente es de suma importancia para poder salvar vidas, existen diversos padecimientos graves que pueden ser genéticos y que necesitan frecuentemente utilizar componentes o derivados sanguíneos, así como cirugías mayores que conllevan pérdidas de sangre elevadas sobre todo si existen complicaciones en ellas.

Como se mencionó en el marco teórico de este trabajo, somos un estado que se encuentra constantemente ante la necesidad de tener un banco de sangre lo suficientemente abastecido para todas aquellas emergencias que día a día se presentan, si bien es cierto que ante la necesidad de cualquiera de estos componentes o hemoderivados los familiares son quienes se someten a las pruebas necesarias para poder ser ellos mismos quienes donen sangre, ante una situación importante donde cada minuto que pasa es fundamental, contar con paquetes listos sería la pauta fundamental para salvar una vida de un momento a otro sin la necesidad de esperar a que todas estas muestras de sangre de los familiares terminen su proceso de múltiples pruebas hasta verificar que éstas sean idóneas y seguras.

En la ciudad de Tehuacán particularmente aun no contamos con la cultura de donación altruista, estadísticas sobre la prevalencia de grupos sanguíneos ABO y Rh que podamos comparar con otras regiones, ni con el conocimiento de nuestra población con grupos sanguíneos más o menos frecuentes, es por ello que surge la necesidad de realizar este proyecto y nace la siguiente pregunta ¿Cuál es la prevalencia de antígenos eritrocitarios ABO y Rh en donadores y receptores de la ciudad de Tehuacán?

## **5. Objetivos**

### **5.1. Objetivo General**

Determinar la prevalencia de antígenos eritrocitarios ABO y Rh en donadores y receptores de la ciudad de Tehuacán, en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Determinar la prevalencia de grupo sanguíneo ABO en donadores y receptores
- Determinar la prevalencia del factor Rh en donadores y receptores.
- Describir la población en estudio
- Correlacionar los resultados de este estudio con las estadísticas nacionales
- Realizar una propuesta para dar a conocer los resultados de la población de la ciudad de Tehuacán para aumentar el número de donadores altruistas.

## 6. Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo y retrospectivo, en el que se seleccionaron a todos los pacientes registrados en la base de datos del Banco de Sangre del Valle de Tehuacán, los cuales acudieron a esta institución para donar sangre o solicitar algún componente o derivado sanguíneo entre el 1 de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019.

Se realizó la búsqueda de información en plataformas como PubMed, UptoDate, biblioteca virtual de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), biblioteca virtual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y en la Red Informática de Medicina Avanzada (RIMA). Se utilizaron de igual manera aquellas sugerencias de búsqueda que la plataforma ofrecía con cada palabra clave introducida. No se aplicaron restricciones de idioma a la búsqueda.

Se registró un total de 9,746 muestras, las cuales fueron analizadas por parte del equipo de Banco de Sangre basándose en lo estipulado a la NOM-253-SSA1-2012. Posteriormente se registraron estos datos en la plataforma digital utilizada por el banco de sangre del Valle de Tehuacán.

Este estudio se basó en la recopilación de datos obtenidos por dicha plataforma y obtenida de igual manera por los libros correspondientes a dichos años, utilizando solamente datos como género, fecha de donación o recepción según el caso y excluyendo donadores altruistas que en un cierto periodo estipulado por la NOM-253-SSA1-2012 hayan aparecido como donadores repetidos. El Banco de Sangre utilizó las técnicas en tubo y tarjeta de gel para la tipificación de grupos sanguíneos, mismas técnicas de las cuales se buscó bibliografía que sustentara su efectividad.

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico IBM SPSS versión 25, para lo cual se empleó estadísticas descriptivas, utilizando tablas, representando los valores absolutos y relativos de las variables cualitativas.

Para comparar la frecuencia de los grupos sanguíneos por año y género tanto de donantes como de receptores se empleó la prueba Chi-cuadrado, asimismo, esta prueba se utilizó para relacionar donantes/receptores según los grupos sanguíneos. La significancia estadística se estableció para p-valor <0,05.

## 9. Resultados

### Donadores.

Se analizaron 6.394 donadores de antígenos eritrocitarios ABO y Rh (D) durante el periodo 2017 al 2019, donde la mayoría correspondía al género masculino 87,75% (5.611 donadores) y el resto que son 13.25% fueron mujeres.

En cuanto al grupo sanguíneo más frecuente se observó O+ 84,33%, seguido de A1+ 9,63%, estos dos grupos sanguíneos representaron el 93,96% del total de donaciones entre 2017 y 2019; por otra parte, los grupos A2- (0,02%), A2B+ (0,02%), B- (0,03%), A1B+ (0,06%) y A1- (0,08%) fueron menos frecuentes en los donantes. Al comparar la frecuencia de los grupos sanguíneos entre los años 2017 al 2019 no se observaron diferencias significativas (tabla 17).

**Tabla 17.** Frecuencia de grupos sanguíneos de los donantes por año. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=6394)  n (%)	Año			p-valor
		2017 (n=2413)  n (%)	2018 (n=2248)  n (%)	2019 (n=1733)  n (%)	
A1 -	5 (0,08)	2 (0,08)	3 (0,13)	0 (0)	0,755
A1 +	616 (9,63)	247 (10,24)	213 (9,48)	156 (9)	
A1B +	4 (0,06)	2 (0,08)	2 (0,09)	0 (0)	
A2 -	1 (0,02)	0 (0)	0 (0)	1 (0,06)	
A2 +	140 (2,19)	48 (1,99)	54 (2,4)	38 (2,19)	
A2B +	1 (0,02)	1 (0,04)	0 (0)	0 (0)	
B -	2 (0,03)	1 (0,04)	0 (0)	1 (0,06)	
B +	160 (2,5)	58 (2,4)	55 (2,45)	47 (2,71)	
O -	73 (1,14)	26 (1,08)	30 (1,33)	17 (0,98)	
O +	5392 (84,33)	2028 (84,04)	1891 (84,12)	1473 (85)	

Nota: Basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado.

Fuente: Elaboración propia

Por grupo ABO se observó que la frecuencia del grupo sanguíneo en los donantes fue para grupo O 85,47%, A 11,92%, B 2,53% y AB 0,08%, mientras para grupo Rh la frecuencia fue Rh+98,73% u Rh-1,27%; no se observó diferencias en la frecuencia de ABO y Rh entre los años 2017 al 2019 como se muestra en la tabla 18.

**Tabla 18.** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh en donantes por año. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=6394) n (%)	Año			p-valor
		2017 (n=2413) n (%)	2018 (n=2248) n (%)	2019 (n=1733) n (%)	
<b>ABO</b>					
O	5465 (85,47)	2054 (85,12)	1921 (85,45)	1490 (85,98)	0,727
A	762 (11,92)	297 (12,31)	270 (12,01)	195 (11,25)	
B	162 (2,53)	59 (2,45)	55 (2,45)	48 (2,77)	
AB	5 (0,08)	3 (0,12)	2 (0,09)	0 (0)	
<b>Rh</b>					
Negativo	81 (1,27)	29 (1,2)	33 (1,47)	19 (1,1)	0,546
Positivo	6313 (98,73)	2384 (98,8)	2215 (98,53)	1714 (98,9)	

Nota: Basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado.

Fuente: Elaboración propia

Al comparar el grupo sanguíneo de los donantes por género, se observó diferencias significativas con p-valor 0,00, donde las diferencias se observaron para O+ cuyas proporciones fueron 84,71% en donantes masculinos vs 81,61% en donantes femenino, asimismo se observó diferencia para O- con proporciones de 0,89% en donantes masculinos vs 2.94% en donantes femenino (tabla 19).

**Tabla 19.** Frecuencia de grupos sanguíneos de los donantes por género. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=6394)  n (%)	Género		p-valor
		Masculino (n=5611)  n (%)	Femenino (n=783)  n (%)	
A1 -	5 (0,08)	5 (0,09)	0 (0)	
A1 +	616 (9,63)	532 (9,48)	84 (10,73)	
A1B +	4 (0,06)	4 (0,07)	0 (0)	
A2 -	1 (0,02)	1 (0,02)	0 (0)	
A2 +	140 (2,19)	124 (2,21)	16 (2,04)	0,000*
A2B +	1 (0,02)	1 (0,02)	0 (0)	
B -	2 (0,03)	1 (0,02)	1 (0,13)	
B +	160 (2,5)	140 (2,5)	20 (2,55)	
O -	73 (1,14)	50 (0,89) <sup>a</sup>	23 (2,94) <sup>b</sup>	
O -	5392 (84,33)	4753 (84,71) <sup>a</sup>	639 (81,61) <sup>b</sup>	

Nota: \* diferencias significativas en la proporción del grupo sanguíneo, superíndices distintos indican diferencias por pares, basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado, comparación de proporciones según método Bonferroni.

Fuente: Elaboración propia

Para el grupo Rh se observó diferencias significativas en la frecuencia del grupo por género de los donantes con p-valor 0,000, donde las frecuencias fueron para Rh- 1,02 en donantes masculinos vs 3,07% en donantes femeninas; mientras para Rh+ 98,98% en donantes masculinos vs 96,93% en donantes femeninas.

En el grupo ABO no se observaron diferencias en las frecuencias por género de los donantes, como se muestra en la tabla 20.

**Tabla 20.** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh en donantes por género. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=6394)  n (%)	Género		p-valor
		Masculino (n=5611)  n (%)	Femenino (n=783)  n (%)	
		<b>ABO</b>		
O	5465 (85,47)	4803 (85,6)	662 (84,55)	0,703
A	762 (11,92)	662 (11,8)	100 (12,77)	
B	162 (2,53)	141 (2,51)	21 (2,68)	
AB	5 (0,08)	5 (0,09)	0 (0)	
<b>Rh</b>				0,000*
Negativo	81 (1,27)	57 (1,02) <sup>a</sup>	24 (3,07) <sup>b</sup>	
Positivo	6313 (98,73)	5554 (98,98) <sup>a</sup>	759 (96,93) <sup>b</sup>	

Nota: \* diferencias significativas en la proporción del grupo sanguíneo, superíndices distintos indican diferencias por pares, basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado, comparación de proporciones según método Bonferroni

Fuente: Elaboración propia

## Receptores.

Se analizaron 3.352 receptores de antígenos eritrocitarios ABO y Rh (D) durante el periodo 2017 al 2019, donde la mayoría correspondía al género femenino 59,67% (2.000 receptores), el resto 40,33% fueron pertenecientes al género masculino.

Entre los receptores el grupo sanguíneo más frecuente fue O+ 80,28%, seguido de A1+ 11,49%, estos dos grupos sanguíneos representaron el 91,77% del total de receptores entre 2017 y 2019; por otra parte, los grupos A1- (0,06%), A2- (0,06%) y A2B+ (0,12) fueron los menos frecuentes. Al comparar la frecuencia de los grupos sanguíneos entre los años 2017 al 2019 e observaron diferencias significativas para el grupo B2+ con p-valor 0,001, siendo las diferencias de la frecuencia entre los años 2017 (0,00%), 2018 (0,00%) vs 2019 (1,15%), es decir, entre 2017-2018 no hubo receptores B2+, pero al año 2019 hubo 13 (1.15%) receptores con este grupo sanguíneo, como se muestra en la tabla 21.

**Tabla 21.** Frecuencia de grupos sanguíneos de los receptores por año. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=3352) n (%)	Año			p-valor
		2017 (n=1167) n (%)	2018 (n=1058) n (%)	2019 (n=1127) n (%)	
A1 -	2 (0,06)	1 (0,09)	1 (0,09)	0 (0)	
A1 +	385 (11,49)	141 (12,08)	118 (11,15)	126 (11,18)	
A1B +	15 (0,45)	9 (0,77)	3 (0,28)	3 (0,27)	
A2 -	2 (0,06)	1 (0,09)	1 (0,09)	0 (0)	
A2 +	84 (2,51)	35 (3)	31 (2,93)	18 (1,6)	
A2B +	4 (0,12)	1 (0,09)	1 (0,09)	2 (0,18)	0,001*
B +	137 (4,09)	44 (3,77)	52 (4,91)	41 (3,64)	
B2 +	13 (0,39)	0 (0) <sup>a</sup>	0 (0) <sup>a</sup>	13 (1,15) <sup>b</sup>	
O -	19 (0,57)	8 (0,69)	7 (0,66)	4 (0,35)	
O +	2691 (80,28)	927 (79,43)	844 (79,77)	920 (81,63)	

Nota: \* diferencias significativas en la proporción del grupo sanguíneo, superíndices distintos indican diferencias por pares, basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado, comparación de proporciones según método Bonferroni

Fuente: Elaboración propia

Por grupo ABO se observó que la frecuencia del grupo sanguíneo en los receptores fue para grupo O 80,85%, A 14,11%, B 4,47% y AB 0,57%, mientras para grupo Rh la frecuencia fue Rh+ 99,31% u Rh- 0,69%; no se observó diferencias en la frecuencia de ABO y Rh entre los años 2017 al 2019 (tabla 22).

**Tabla 22.** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh en receptores por año. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=3352)  n (%)	Año			p-valor
		2017 (n=1167)  n (%)	2018 (n=1058)  n (%)	2019 (n=1127)  n (%)	
<b>ABO</b>					
O	2710 (80,85)	935 (80,12)	851 (80,43)	924 (81,99)	0,277
A	473 (14,11)	178 (15,25)	151 (14,27)	144 (12,78)	
B	150 (4,47)	44 (3,77)	52 (4,91)	54 (4,79)	
AB	19 (0,57)	10 (0,86)	4 (0,38)	5 (0,44)	
<b>Rh</b>					
Negativo	23 (0,69)	10 (0,86)	9 (0,85)	4 (0,35)	0,255
Positivo	3329 (99,31)	1157 (99,14)	1049 (99,15)	1123 (99,65)	

Nota: Basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado

Fuente: Elaboración propia

Se comparó el grupo sanguíneo de los receptores por género, donde se observó diferencias significativas con p-valor 0,001 para el grupo B2+, siendo las proporciones de 0,96% en donantes masculinos vs 0,00% en donantes femenino; este resultado conjuntamente con lo observado en el análisis de los años, podemos afirmar que los casos del año 2019 correspondían a receptores del sexo masculino B2+ (tabla 23).

**Tabla 23.** Frecuencia de grupos sanguíneos de los receptores por género. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=3352) n (%)	Género		p-valor
		Masculino (n=1352) n (%)	Femenino (n=2000) n (%)	
A1 -	2 (0,06)	0 (0)	2 (0,1)	
A1 +	385 (11,49)	164 (12,13)	221 (11,05)	
A1B +	15 (0,45)	5 (0,37)	10 (0,5)	
A2 -	2 (0,06)	0 (0)	2 (0,1)	
A2 +	84 (2,51)	32 (2,37)	52 (2,6)	0,001*
A2B +	4 (0,12)	0 (0)	4 (0,2)	
B +	137 (4,09)	48 (3,55)	89 (4,45)	
B2 +	13 (0,39)	13 (0,96) <sup>a</sup>	0 (0) <sup>b</sup>	
O -	19 (0,57)	8 (0,59)	11 (0,55)	
O +	2691 (80,28)	1082 (80,03)	1609 (80,45)	

Nota: \* diferencias significativas en la proporción del grupo sanguíneo, superíndices distintos indican diferencias por pares, basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado, comparación de proporciones según método Bonferroni

Fuente: Elaboración propia

Al comparar la frecuencia de los grupos ABO y Rh por género de los receptores no se observó diferencias significativas, como se muestra en la tabla 24.

**Tabla 24.** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh en receptores por género. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Total (n=3352)  n (%)	Género		p-valor
		Masculino (n=1352)  n (%)	Femenino (n=2000)  n (%)	
<b>ABO</b>				
O	2710 (80,85)	1090 (80,62)	1620 (81)	0,612
A	473 (14,11)	196 (14,5)	277 (13,85)	
B	150 (4,47)	61 (4,51)	89 (4,45)	
AB	19 (0,57)	5 (0,37)	14 (0,7)	
<b>Rh</b>				
Negativo	23 (0,69)	8 (0,59)	15 (0,75)	0,586
Positivo	3329 (99,31)	1344 (99,41)	1985 (99,25)	

Nota: \* diferencias significativas en la proporción del grupo sanguíneo, superíndices distintos indican diferencias por pares, basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado, comparación de proporciones según método Bonferroni

Fuente: Elaboración propia

### Relación donantes-receptores.

Se comparó dentro de cada grupo sanguíneo la proporción de donantes y receptores durante el periodo 2017 al 2019.

Se observó diferencias significativas en la proporción de donantes y receptores según grupo sanguíneo con p-valor 0,000, donde los donantes fueron mayores que los receptores para los grupos A1+ (61.54%), B+ (53.87%), O- (79.35%) y O+ (66.71); mientras los receptores fueron mayores que los donantes para los grupos A1B+ (78.95%), A2B+ (80.00%) y B2+ (100,00%) como se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25.** Relaciones donantes y receptores según grupo sanguíneo. Banco de sangre del valle de Tehuacán

<b>Grupo</b>	<b>Donantes (n=6394) n (%)</b>	<b>Receptores (n=3352) n (%)</b>	<b>p-valor</b>
A1 -	5 (71,43)	2 (28,57)	
A1 +	616 (61,54) <sup>a</sup>	385 (38,46) <sup>b</sup>	
A1B +	4 (21,05) <sup>a</sup>	15 (78,95) <sup>b</sup>	
A2 -	1 (33,33)	2 (66,67)	
A2 +	140 (62,5)	84 (37,5)	
A2B +	1 (20) <sup>a</sup>	4 (80) <sup>b</sup>	0,000*
B -	2 (100)	0 (0)	
B +	160 (53,87) <sup>a</sup>	137 (46,13) <sup>b</sup>	
B2 +	0 (0) <sup>a</sup>	13 (100) <sup>b</sup>	
O -	73 (79,35) <sup>a</sup>	19 (20,65) <sup>b</sup>	
O +	5392 (66,71) <sup>a</sup>	2691 (33,29) <sup>b</sup>	

Nota: \* diferencias significativas en la proporción del grupo sanguíneo, superíndices distintos indican diferencias por pares, basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado, comparación de proporciones según método Bonferroni

Fuente: Elaboración propia

Por grupos ABO se observó diferencias significativas en la proporción de donantes y receptores con p-valor 0,000, donde los donantes fueron mayor a los receptores para los grupos O (66,85%), A (61,70%) y B(51,92%), mientras que los receptores fueron mayor a los donantes para el grupo AB (79,17%).

El grupo Rh presentó diferencias significativas en la proporción de donantes y receptores con p-valor 0,008, donde los donantes fueron mayor a los receptores, siendo las proporciones de Rh- 77,88% donantes y 22,12% receptores, mientras para Rh+ 65,47% donantes y 34,53% receptores (tabla 26).

**Tabla 10.** Relaciones donantes y receptores según grupos sanguíneos ABO y Rh. Banco de sangre del valle de Tehuacán

Grupo	Donantes n (%)	Receptores		p-valor
		(n=6394)	(n=3352)	
			n (%)	
<b>ABO</b>				
O	5465 (66,85) <sup>a</sup>		2710 (33,15) <sup>b</sup>	0,000*
A	762 (61,7) <sup>a</sup>		473 (38,3) <sup>b</sup>	
B	162 (51,92) <sup>a</sup>		150 (48,08) <sup>b</sup>	
AB	5 (20,83) <sup>a</sup>		19 (79,17) <sup>b</sup>	
<b>Rh</b>				
Negativo	81 (77,88) <sup>a</sup>		23 (22,12) <sup>b</sup>	0,008
Positivo	6313 (65,47) <sup>a</sup>		3329 (34,53) <sup>b</sup>	

Nota: \* diferencias significativas en la proporción del grupo sanguíneo, superíndices distintos indican diferencias por pares, basada en la prueba de homogeneidad del estadístico Chi-cuadrado, comparación de proporciones según método Bonferroni

Fuente: Elaboración propia

## 10. Discusión

En el presente estudio se analizaron un total de 9,746 muestras correspondientes a donadores y receptores del periodo establecido de 1 de enero de 2017 a 31 de diciembre de 2019.

De la cifra total, 6.394 fueron donadores y de ellos encontramos que un 88% correspondía al género masculino, esto puede tener diferentes explicaciones, entre ellas que los hombres cumplen más fácilmente los requisitos establecidos en la NOM- 253-SSA1-2012 [9], ya sea la estatura requerida, el peso y los niveles de hemoglobina, la gran mayoría de las mujeres que pudieran cumplir estos requisitos aun piensa que donar sangre puede intervenir de manera significativa con la ganancia de peso.

En cuanto al grupo sanguíneo ABO se observó que la frecuencia en los donantes fue para grupo O 85%, A 12%, B 3% y AB 0,08%, mientras que para el grupo Rh la frecuencia fue Rh (+) 98,73% y Rh (-) 1,27%; lo cual era esperado y semejante a los resultados encontrados en estudios realizados por Peón Hidalgo en 2002 [36], Canizalez Roman en 2018 [26] y Garratty en 2004 [37] reforzando las teorías de que la prevalencia a nivel mundial para el ser humano en cuanto a grupos sanguíneos ABO siempre llevará una notable inclinación hacia el grupo O.

Sin embargo, como se comenta en estos mismos estudios existe sin ser regla un patrón distributivo que denota que a pesar de ser el grupo sanguíneo O el de mayor prevalencia a nivel nacional, los grupos sanguíneos como A y Rh (-) se encuentran más ampliamente distribuidos en las poblaciones de la zonas norte y noreste del país, mientras que las del sur y sureste como es en nuestro caso presentan frecuencias considerablemente menores.

Se analizaron 3.352 muestras pertenecientes a los receptores donde la mayoría corresponde al género femenino 60% , esto explicado por todas aquellas patologías que pueden ser más frecuentes en este género, sobre todo aquellas del ámbito gineco-obstétrico, como se menciona en el estudio realizado en 2017 por Fernández Lara [50] donde la pérdida sanguínea y la necesidad de transfusión se presentó en el 44% de las mujeres operadas de histerectomía posparto, señalando también a la

cesárea como un factor de riesgo importante para hemorragias obstétricas hasta en un 70% y al parto en un 30%.

El restante 40% de las muestras totales de receptores fue perteneciente al género masculino y aunque no es la cifra mayoritaria, no deja de ser una cifra elevada, en la cual se engloban principalmente patologías congénitas, accidentes automovilísticos donde los principales afectados son conductores, ciclistas y peatones según las cifras del INEGI en 2018 y es más común que estos mismos pertenezcan al género en cuestión.

Es relevante a este punto mencionar que nos encontramos dentro de los países con más reportes de accidentes automovilísticos al año, la base del INEGI 2018 reportó tan solo 365,167 mil accidentes dejando un total de 89,191 mil heridos, los cuales ante traumatismos severos pueden resultar con pérdidas profusas de sangre y requerirán en un momento dado reposición de esta, durante ese mismo año el estado de Puebla reportó una cifra de más de 5,055 a 9,260 mil accidentes, lo cual nos orilla cada vez más a tener que contar con un banco de sangre lo suficientemente abastecido para poder atender cada patología presentada en el momento preciso.

Entre los receptores el grupo sanguíneo más frecuente fue O+ 80%, seguido de A1+ 11%, A1- (0,06%), A2- (0,06%) y A2B+ (0,12%) mismas cifras esperadas y cercanas a las mencionadas con anterioridad.

En este estudio se realizó la comparación de cada grupo sanguíneo y se observaron diferencias significativas en la proporción de donantes y receptores dónde los donantes fueron mayores que los receptores para los grupos A1+ (61.54%), B+ (53.87%), O- (79.35%) y O+ (66.71); mientras los receptores fueron mayores que los donantes para los grupos A1B+ (78.95%), A2B+ (80.00%) y B2+ (100,00%).

El grupo Rh presentó diferencias significativas en la proporción de donantes y receptores donde los donantes fueron mayor a los receptores, siendo las proporciones de Rh- 77,88% donantes y 22,12% receptores, mientras para Rh+ 65,47% donantes y 34,53% receptores.

Esta desigualdad entre la razón de donadores y receptores está justificada bajo el conocimiento de que una persona con cierto grupo sanguíneo no en todos los casos

debe ser transfundida con el mismo grupo al que pertenece ya que contamos con un grupo universal de donación que es el O (-) , esto quiere decir que todas las personas pertenecientes a este grupo en particular pueden donar su sangre a cualquier persona en el mundo sin el riesgo de obtener reacciones adversas a la transfusión, puesto que las membranas de sus eritrocitos no poseen ningún tipo de antígeno del sistema ABO y Rh que pudiera reaccionar con los anticuerpos de los pacientes receptores.

Así mismo, contamos de igual modo con un grupo sanguíneo denominado receptor universal, el cual es el tipo AB+, este grupo sanguíneo al tener presentes los tres antígenos A, B y Rh en su membrana pierde toda posibilidad de generar reacción con cualquier tipo sanguíneo.

Aunado a esto, los bancos de sangre cuentan con ciertas normas que les indican según su población y requerimientos cuantos paquetes de cada grupo sanguíneo pueden tener en almacén, conforme vayan siendo utilizados la misma institución se encarga de aceptar o rechazar en su momento a ciertos donadores con grupos sanguíneos específicos, esto para evitar paquetes sanguíneos caducados y un desperdicio total de todos sus componentes y derivados.

Es por estas razones que la cantidad de donadores de cualquier tipo sanguíneo no siempre ha de coincidir con la cantidad de receptores de los mismos grupos.

Para finalizar, por la experiencia obtenida en este trabajo me di cuenta que a pesar de que este medio es privado se cuentan con un buen número de personas que acude a la institución, sin embargo, pude comprobar que las personas que donan sangre en este lugar son en su mayoría familiares de los pacientes que requieren este mismo servicio, lamentablemente Tehuacán no cuenta aún con la cultura de donación altruista, siguen existiendo tabúes que impiden poder llevar a cabo esta labor.

En base a todo esto propongo buscar la manera de realizar campañas anuales de donación altruista con estrategias bien elaboradas que permitan poder mantener abastecido nuestro banco de sangre y concientizar a nuestra población sobre la realidad que vivimos día con día y así evitar cualquier retraso en la aplicación de estas herramientas en los tratamientos más urgentes.

## 11. Conclusiones.

- La prevalencia de grupos sanguíneos ABO en donadores fue para grupo O 85%, A 12%, B 3% y AB 0,08%, mientras para grupo Rh la frecuencia fue Rh (+) 98,73% y Rh (-) 1,27%. El más frecuente tal.
- La prevalencia de grupo sanguíneo ABO en los receptores fue para grupo O 81%, A 14%, B 4% y AB 0,57%, mientras para grupo Rh la frecuencia fue Rh+ 99,31% u Rh- 0,69%.
- Se analizaron 6,394 donadores de los cuales la mayoría correspondía al género masculino en un 88% y femenino en un 12%.
- Se analizaron 3,352 muestras pertenecientes a los receptores donde la mayoría corresponde al género femenino en un 60% y el restante 40% al género masculino.
- Los resultados obtenidos en este trabajo fueron semejantes y cercanos en comparación con las estadísticas nacionales.
- En base a este estudio se propone llevar a cabo campañas anuales de donación altruista para poder mantener abastecido nuestro banco de sangre del Valle de Tehuacán y concientizar a la población sobre la importancia del mismo.

## 12.- Bibliografía

1. "Recomendaciones para la Estimación de las Necesidades de Sangre y sus Componentes" Washington, D.C.: OPS, © 2010.
2. Coppo, & Baez. (2010). Recuperado el 06 de Enero de 2019, de Grupos sanguíneo:<http://exa.unne.edu.ar/bioquimica/fisiologia.humana/APUNTE%20GS.pdf>
3. Intervenciones de Enfermería para la Seguridad en el Manejo de la Terapia Transfusional. México: Secretaría de Salud; 2 de julio de 2015.
4. Mauricio Beltrán, Maribel Ayala & Jorge Jara. (1999, mayo 07). Frecuencia de grupos sanguíneos y factor Rh en donantes de sangre, Colombia ,1996. Biomédica, 19, 39-44. 08 de septiembre 2019, De Biblioteca Virtual UNAM Base de datos.
5. Edmundo Méndez Santillán. (enero- febrero 2004). Frecuencia de los grupos sanguíneos ABO y Rh (D) en la zona media del Estado de San Luis Potosí. Revista Facultad de Medicina UNAM, 47, 21. 13 de septiembre 2019, De Biblioteca Virtual UNAM Base de datos.
6. Fano Viamonte, Roberto, & Longres Manguart, Aleida. (1997). Frecuencia de los grupos ABO y RH en un servicio de hemoterapia de Ciudad de La Habana. Revista Cubana de Medicina Militar, 26(1), 44-49.
7. Santamaria Miranda, J. (2007). Frecuencia poblacional del sistema sanguíneo ABO y factor Rh en donadores de sangre del hospital de concentración Satélite (ISSEMyM) (Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
8. Melians Abreu, S., Núñez López, E., Esquivel Hernández, M., & Padrino González, M. (2017). La sangre como recurso terapéutico desde la donación voluntaria y su impacto científico social. Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,21(1),13-24.
9. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-253-SSA1-2012. Para la disposición de Sangre Humana y sus Componentes con Fines Terapéuticos. Diario Oficial de la Federación, 26 de octubre de 2012.

10. Bodmer, W. (2015). Genetic Characterization of Human Populations: From ABO to a Genetic Map of the British People. *Genetics*, 199(2), 267–279. doi:10.1534/genetics.114.173062
11. Díaz Estrada, C. (2009). Frecuencia de anticuerpos irregulares fuera del sistema ABO en pacientes del hospital Ángeles Mocol. (Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
12. Bautista, J.. (2012). Sistema sanguíneo ABO (tablas de utilidad en la teoría y la práctica). En 10 años de la Asociación Mexicana de Medicina Transfusional, A.C. (233-244). México, D.F.: Graphimedic.
13. Decaro, J., Lemos, F., & Magri, M. (2010). Historia de la Medicina Transfusional (pp. 119-130). Montevideo- Uruguay: Ediciones de la plaza.
14. Grispan, S. (1983). Grupos sanguíneos ABO y Rh. *Revista Médica De Honduras*, 51,103-114.
15. Cardinali, D., Dvorkin, M., & Iermoli, R. (2011). Best & Taylor Bases Fisiológicas de la Práctica Médica (14th ed., pp. 389- 394). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
16. Gempeler Lleras, E. (1970). Prevención de la isoimmunización al factor Rh con globulina Anti- D. *Revista Colombiana De Ginecología Y Obstetricia*, XXII (1), 26-36.
17. Carmona-Fonseca, Jaime (2006). Frecuencia de los grupos sanguíneos ABO y Rh en la población laboral del valle de Aburrá y del cercano oriente de Antioquia (Colombia). *Acta Médica Colombiana*, 31 (1), undefined-undefined. [fecha de Consulta 31 de octubre de 2019]. ISSN: 0120-2448.
18. Golassa, L., Tsegaye, A., Erko, B., & Mamo, H. (2017). High rhesus (Rh(D)) negative frequency and ethnic-group based ABO blood group distribution in Ethiopia. *BMC Research Notes*, 10(1). doi:10.1186/s13104-017-2644-3
19. Thews, G., Mutschler, E., & Vaupel, P. (1983). Anatomía, fisiología y patofisiología del hombre (pp. 170-173). Barcelona: Editorial Reverté.
20. Arbeláez-García CA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. *Medicina & Laboratorio* 2009;15: 329-346.

21. Yamamoto, F., Cid, E., Yamamoto, M., Saitou, N., Bertranpetit, J., & Blancher, A. (2014). An integrative evolution theory of histo-blood group ABO and related genes. *Scientific Reports*, 4(1). doi:10.1038/srep06601 sci-hub.tw/10.1038/srep06601
22. Franchini, M., & Bonfanti, C. (2015). Evolutionary aspects of ABO blood group in humans. *Clinica Chimica Acta*, 444, 66–71. doi:10.1016/j.cca.2015.02.016
23. Baptista González, H. (2008). Identificación de los mecanismos moleculares del fenotipo Rh negativo en sujetos del Valle de México. (Doctorado). Instituto Politécnico Nacional.
24. Kulkarni, B., Gorakshakar, A., Singh, V., Parihar, A., Donta, A., & Gogri, H. et al. (2016). Indian Bombay phenotype: it is different! *Blood Transfus*, 15(2017), 74-76. doi: 10.2450/2016.0266-15
25. Shrivastava, M., Navaid, S., Peethambarakshan, A., Agrawal, K. y Khan, A. (2015). Detección de pacientes con fenotipo de grupo sanguíneo raro, Bombay (Oh) y manejo por hemodilución normovolémica aguda. *Revista asiática de ciencia de transfusiones*, 9 (1), 74–77. doi: 10.4103 / 0973-6247.150957
26. Canizalez-Román, A., Campos-Romero, A., Castro-Sánchez, J. A., López-Martínez, M. A., Andrade-Muñoz, F. J., Cruz-Zamudio, C. K., Alcántar-Fernández, J. (2018). Blood Groups Distribution and Gene Diversity of the ABO and Rh (D) Loci in the Mexican Population. *BioMed Research International*, 2018.
27. Báez López, A. (2013). Prevalencia de anticuerpos irregulares diferentes al sistema ABO, en donadores de sangre que acuden al banco central de sangre en centro médico nacional "Siglo XXI", IMSS. (Postgrado). Universidad Nacional Autónoma de México.
28. Raud, L., Férec, C., & Fichou, Y. (2017). From genetic variability to phenotypic expression of blood group systems. *Transfusion Clinique et Biologique*, 24(4), 472–475. doi:10.1016/j.tracli.2017.06.011

29. Baptista, H; Rosenfeld, F; Trueba, R & Coeto, G. (2012). Sistemas de grupos sanguíneos Rh y RhAg. En 10 Años de la Asociación Mexicana de Medicina Transfusional, A.C. (245-256). México, D.F.: Graphimedic.
30. Baptista González, H. (2005). El sistema Rh, una mirada a fondo. Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social, 43(1), 3-8. Retrieved from <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2005/ims051b.pdf>
31. Grispan, S. (1983). Grupos sanguíneos ABO y Rh. Revista Médica De Honduras, 51, 103-114.
32. Ortiz Flores, D. (2016). "Prevalencia del antígeno d del factor rh, como marcador de genes de ascendencia indígena mediante la técnica de aglutinación en gel en donantes quito, en el laboratorio de genética e inmunología de la facultad de ciencias médicas de la universidad central del ecuador" (licenciatura). Universidad central del ecuador facultad de ciencias médicas.
33. Rivero Jiménez, R. (1999). Anticuerpos monoclonales anti-rh(d): antecedentes y estado actual. Revista Cubana Hematol Inmunol Hemoter 16(1):30-7, 16(1), 30-37.
34. Romero-Hidalgo, S., Ochoa-Leyva, A., Garcíarrubio, A., Acuña-Alonzo, V., Antúñez-Argüelles, E., Balcazar-Quintero, M., ... Soberón, X. (2017). Historia demográfica y variación genética biológicamente relevante de los mexicanos nativos inferidos de la secuenciación del genoma completo. Nature communications, 8 (1), 1005. doi: 10.1038 / s41467-017-01194-z
35. Moreno-Estrada, A., Gignoux, CR, Fernández-López, JC, Zakharia, F., Sikora, M., Contreras, AV, ... Bustamante, CD (2014). Genética humana. La genética de México recapitula la subestructura de los nativos americanos y afecta los rasgos biomédicos. Science (Nueva York, NY), 344 (6189), 1280-1285. doi: 10.1126 / science.1251688.
36. Del Peón-Hidalgo L, Pacheco-Cano MG, Zavala-Ruiz M, Madueño-López A, García-González A. Frecuencias de grupos sanguíneos e incompatibilidades ABO y RhD, en La Paz, Baja California Sur, México. Salud Publica Mex 2002; 44:406-412.

37. Garratty, G., Glynn, S. A., & McEntire, R. (2004). ABO and Rh(D) phenotype frequencies of different racial/ ethnic groups in the United States. *Transfusion*, 44(5), 703-706. doi:10.1111/j.1537-2995.2004. 03338.x
38. Estrada Mena, B. (2019). Los alelos del grupo sanguíneo O en los nativos americanos y sus implicaciones en el poblamiento de América. (Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México.
39. Iturbide Chiñas, P., Jimenez Hernandez, J., Peralta Ortega, D., & Toribio Jiménez, J. (2013). Frecuencias de grupos sanguíneos ABO, Rh y grado de mestizaje en la Región Montaña, Guerrero, México. *Revista Médica Del Hospital General De México*, 76(4), 217-223. Retrieved from <https://www.elsevier.es/en-revista-revista-medica-del-hospital-general-325-pdf-X0185106313687357>
40. Melians Abreu, Silvia María, Esquivel Hernández, Mercedes, Padrino González, Maday, & Martín Álvarez, Irma. (2016). Hemosurveillance and optimal use of blood components in hospitals. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 20(4), 108-122.
41. Allende, Luis. (2015). Reacciones adversas a la transfusión sanguínea (Ingeniería). Universidad Tecnológica de Tecámac.
42. Melians Abreu, Silvia María, Esquivel Hernández, Mercedes, Padrino González, Maday, & Martín Álvarez, Irma. (2016). Hemosurveillance and optimal use of blood components in hospitals. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 20(4), 108-122.
43. Linares Ramírez, V. (2014). Hemovigilancia: reacciones adversas a la transfusión en el instituto nacional de cancerología (Alta Especialidad). Universidad Nacional Autónoma de México.
44. Martínez Álvarez JC, D Artote González AL. Asociación Mexicana de Medicina Transfusional 10 años. Ediciones AMMTAC. 2012
45. Ross, M., & Wojciech, P. (2016). *Histología* (5th ed., pp. 268-284). Barcelona: Wolters Kluwer.
46. Secretaria de Salud. (2007). Guía para el uso clínico de la sangre (pp. 17-135). México: Dr. Rafael Antonio Marín y López.

47. Chegini, A., Torab, S. A., & Pourfatollah, A. A. (2017). A successful experience of the Iranian blood transfusion organization in improving accessibility and affordability of plasma derived medicine. *Transfusion and Apheresis Science*, 56(1), 12–16. doi: 10.1016/j.transci.2016.12.009
48. Rodríguez Sánchez, L. (2017). El laboratorio de inmunohematología. *Revista Mexicana De Medicina Transfusional*, 10(1), 5-13.
49. Gispert Curells, Jorrgé. *Conceptos de bioética y responsabilidad médica*. 3ra. Edición. Editorial El Manual moderno, México, 2005.
50. Fernández-Lara JA, Toro-Ortiz JC, Martínez-Trejo Z, De la Maza-Labastida S, Villegas-Arias MA. Tasa de hemorragia, histerectomía obstétrica y muerte materna relacionada. *Ginecol Obstet Mex* 2017 abril;52(4):247-253.