



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBÉN DARÍO”  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS CLÍNICO**

Monografía para optar al título de Licenciatura en Bioanálisis Clínico

Tema:

**Frecuencia de fenotipos de grupos sanguíneos del Sistema ABO y Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019.**

**Autores:**

- ❖ **Br. Cherling Judith Garcia Rodríguez.**
- ❖ **Br. Alexa Auxiliadora Marchena Solís.**
- ❖ **Br. Fernando Javier Fonseca Amador.**

**Tutor y Asesor metodológico:**

- ❖ **Dr. Juan Francisco Rocha López**

**Managua, Nicaragua, marzo 2020**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo investigativo está dedicado primordialmente a Dios que nos ha dado la vida, la fortaleza, salud y el conocimiento necesario para terminar este proyecto de investigación.

A nuestros padres que son fundamentales en nuestros estudios por brindarnos su amor y apoyo incondicional para poder culminar este proyecto.

A nuestros profesores que son los que nos han dado las herramientas necesarias para posteriormente desenvolvemos en nuestra labor profesional y a todas las personas que confiaron en nosotros y nos apoyaron moral y económicamente.

**Cherling García**

**Alexa Marchena**

**Fernando Fonseca**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro Señor Dios porque nos permite llegar a este escalón de nuestros estudios universitarios y por ser el guía en nuestro camino.

A nuestra familia (padres, hermanos, esposo(a) e hijos) por todo el apoyo que nos han brindado siempre, por ese amor incondicional y ser inspiración en nuestras vidas.

A nuestros docentes de la UNAN – Managua por ser nuestros guías y consejeros en nuestra formación.

A nuestro tutor y asesor metodológico Dr. Juan Francisco Rocha López por brindarnos sus conocimientos, su tiempo, su dedicación y paciencia brindada.

Al director del Banco de Sangre Nacional, Dr. René Berríos Cruz por brindarnos su colaboración incondicional.

Y a todas las personas que nos apoyaron en la realización y culminación de este proyecto de investigación.

## **VALORACIÓN DEL TUTOR**

El trabajo investigativo que se presenta, es de mucha importancia para nuestro país, mismo que ha sido elaborado con mucho entusiasmo y el esfuerzo encomiable de sus autores, con el propósito de recopilar informaciones valiosas acerca de la frecuencia que presenta el Sistema ABO y Sistema Rhesus en Nicaragua.

El documento contiene valiosa información de mucha utilidad para las personas que lo consulten y tanto científica como metodológicamente reúne los requisitos indispensables para ser presentado y defendido como trabajo monográfico para optar al título de Licenciatura en Bioanálisis Clínico.

Como tutor estoy avalando este trabajo, que considero es un valioso aporte científico a la universidad y al país, partiendo de que las informaciones que aquí se presentan, provienen de fuentes bibliográficas científicas acerca de la temática abordada y de conclusiones surgidas de la investigación realizada con datos provenientes de las estadísticas del Banco de Sangre Nacional.

### **Tema:**

**Frecuencia de fenotipos de grupos sanguíneos del Sistema ABO y Rhesus (D) en donantes del Banco de Sangre Nacional, durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019.**

### **Autores:**

- ❖ **Br. Cherling Judith Garcia Rodríguez.**
- ❖ **Br. Alexa Auxiliadora Marchena Solís.**
- ❖ **Br. Fernando Javier Fonseca Amador.**

Dado en Managua a los dos días del mes de marzo del año 2020.

---

**Dr. Juan Francisco Rocha López.**

**TUTOR**

## **RESUMEN**

El presente estudio tuvo como objetivo principal; determinar la frecuencia de fenotipo de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en los donantes que asistieron al Banco de sangre Nacional, durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019.

Se realizó un tipo de estudio descriptivo de corte transversal, con datos estadísticos proporcionados por el Banco de sangre Nacional de Managua; se determinó la frecuencia de grupos sanguíneos del sistema ABO y el sistema Rhesus (D) de 45,268 donantes registrados en los cinco Centros de donación establecidos en cinco departamentos de Nicaragua (Managua, León, Matagalpa, Estelí y Juigalpa), durante el tiempo señalado.

La frecuencia se determinó en donantes de los centros de donación a nivel nacional, determinando esta en los sistemas de grupos sanguíneos ABO y Rhesus. El grupo sanguíneo más predominante es el grupo O Rh positivo con un 67% y el menos predominante es el grupo AB Rh negativo con un 0.06% , el grupo A Rh positivo obtuvo el 19.8%, el grupo B Rh positivo con 8.14%, el grupo O Rh negativo obtuvo un 2.9%, el grupo AB Rh positivo con 1.10%, el grupo A Rh negativo con 0.7% y por último el grupo B Rh negativo con 0.30%. El sexo masculino presenta mayor frecuencia de donantes de sangre, en los diferentes centros, predominando con 53.6%, mientras que el sexo femenino presenta un 46.4%. Los resultados según número de donante, Managua tuvo mayor frecuencia con un porcentaje de 65.6% y Juigalpa el de menor frecuencia con 3.1%.

Este estudio es de mucha ayuda para que los estudiantes de todas las carreras relacionadas a la salud y la población nicaragüense, conozca de una manera actualizada, los grupos sanguíneo más frecuentes, así como los más escasos. Esto contribuye a contar con datos sobre donantes de grupos escasos y su posterior localización, así como para el manejo de la información de donantes para el efectivo desarrollo de la terapia transfusional. También estos datos, servirán de referencia para que el personal de la salud, MINSA y todas aquellas personas interesadas en el tema, conozcan la frecuencia de tipo sanguíneo más predominante y el menos frecuente, información útil para fortalecer las campañas de donación de sangre en Nicaragua.

**TEMA:**

**Frecuencia de fenotipos de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019.**

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
VALORACIÓN DEL TUTOR .....	4
TEMA: .....	6
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. ANTECEDENTES .....	9
III. JUSTIFICACIÓN .....	11
IV. OBJETIVOS .....	12
Objetivo general: .....	12
Objetivos específicos: .....	12
V. MARCO TEÓRICO .....	13
5.1. Datos históricos .....	13
5.2. Grupos sanguíneos .....	14
5.2.1. Importancia de los Grupos Sanguíneos .....	14
5.3. Sistema ABO .....	17
5.3.1. Genética y Herencia del sistema ABO .....	18
5.3.2. Antígenos del Sistema ABO .....	20
5.3.3. Anticuerpos del sistema ABO .....	21
5.3.4. Subgrupos de A, B y AB .....	22
5.3.5. Secretores y no secretores de los antígenos A, B y H .....	23
5.3.6. Fenotipo Bombay .....	23
5.4. Sistema Rhesus .....	24
5.4.1. Genética y herencia del sistema Rhesus .....	25
5.4.2. Bioquímica del complejo Rh .....	26
5.4.3. Antígenos del Sistema Rhesus .....	26
5.4.4. Anticuerpos del sistema Rhesus .....	27
5.5. Frecuencia de Grupos Sanguíneos .....	30
5.6. Determinación de Grupos Sanguíneos .....	32
5.6.1. Determinación del Sistema ABO .....	32
<b>Tabla interpretativa para la determinación del sistema ABO. ....</b>	<b>34</b>
<b>Prueba directa y Prueba inversa .....</b>	<b>34</b>
5.6.2. Determinación del Sistema Rhesus .....	34
5.6.3. Errores en la determinación de los Grupos Sanguíneos .....	36
VI. DISEÑO METODOLÓGICO .....	40
6.1. Tipo de investigación. ....	40
6.2. Método .....	40
6.3. Técnicas e instrumentos .....	40
6.4. Población o Universo .....	41
6.5. Muestra .....	41
6.6. Procesamiento de la información obtenida .....	41
6.7. Operacionalización de variables .....	42
VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	43
Resultados según Sistema ABO .....	43
Resultados según Sistema Rhesus (D) .....	44
Resultados del Sistema ABO y Sistema Rh según Sexo .....	45
Resultados del sistema ABO y sistema Rhesus (D) según el departamento donde hay Centros de Donación .....	46
VIII. CONCLUSIONES .....	49
IX. RECOMENDACIONES .....	50
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
ANEXOS .....	54

## I. INTRODUCCIÓN

Los grupos sanguíneos son un conjunto de antígenos específicos determinados genéticamente, localizados en la membrana de los glóbulos rojos que confieren a cada individuo una personalidad propia. Se producen por unidades genéticas que se transmiten independientemente de otras en el transcurso de la meiosis. Son transmitidos por herencia de padres a hijos, siguiendo las leyes mendelianas de la genética.

Los grupos sanguíneos de mayor importancia clínica son los del sistema ABO y el sistema Rhesus (D) y la frecuencia de los mismos varían según las regiones geográficas y grupos étnicos, por ejemplo; El grupo A es el más frecuente en la población europea (30-35%) y llegando al 60% entre los escandinavos y los aborígenes australianos. El grupo B pertenece al 16%, muy especialmente a la población asiática siendo poco frecuente en Europa y bastante raro en toda América y Oceanía. El grupo O es compartido por el 63% de toda la población, con niveles próximos al 100% en los indígenas de Centroamérica y Sudamérica, el grupo AB se encuentra en menos del 5% de la población, surgió de la unión de caucásicos que aportaron el alelo A y asiáticos con el grupo B.

A nivel mundial el 85% de las personas es Rh positivo siendo este más frecuente que el Rh negativo con un 15%.

En Nicaragua los estudios sobre frecuencia de grupos sanguíneos ABO Y Rh realizados por universidades a nivel nacional, durante un período de tiempo son escasos, solo existen estadísticas de los bancos nacionales distribuidos, uno, en cada departamento por ello la presente investigación titulada: **“Frecuencia de fenotipo de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019**, tiene como objetivo general: “Determinar la frecuencia de fenotipo de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D)” a nivel nacional según los datos estadísticos proporcionados por el sistema tecnológico Edelphyn del Banco de Sangre en Managua y de ahí conocer la distribución de los mismos según el sexo, analizarlos según los Centros de donación y establecer los grupos de mayor frecuencia.

Con esta investigación se persigue que la información documentada, sirva como acervo bibliográfico a estudiantes de la carrera de las Ciencias de la Salud y todas aquellas personas interesadas en el tema, de este modo se brinda un aporte a futuros estudios investigativos.



## **II. ANTECEDENTES**

Para la realización de este estudio monográfico fue necesario recurrir a varias fuentes de información donde después de una búsqueda intensiva se encontraron investigaciones satisfactorias que nos ayudaron a reforzar nuestro conocimiento e investigación sobre el tema en estudio: **“Frecuencia de fenotipo de grupo sanguíneo del sistema ABO y Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019”**, como el trabajo de Pineda (2008) titulado “Grupos sanguíneos predominantes en pacientes asistidos por la Cruz Roja Nicaragüense” en donde manifiesta que los grupos Rh negativos: grupo A negativo, grupo B negativo, grupo AB negativo y grupo O negativo son los más escasos. A penas el 4% de la población nacional pertenece al grupo sanguíneo Rh negativo, hecho que lo ubica como un recurso escaso en materia de donación (Pineda, 2008)

Otro estudio realizado por Mendoza (2013) titulado: “Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rhesus en personas que asistieron al Hospital Bertha Calderón Roque de Managua, en el período de enero-junio del 2013”, señala que, en 6,190 personas, el grupo O Rh positivo es predominante con 68% seguido del grupo A Rh positivo con 17.4%

En otro estudio realizado por Miranda (2014) titulado: “Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh en personas que asistieron al Hospital Regional Asunción de Juigalpa-Chontales” se aborda un estudio de 700 casos con la determinación de grupos sanguíneos ABO y Rh en los cuales se encontró que los grupos de mayor frecuencia eran el grupo O Rh positivo con 51.57% y el grupo A Rh positivo 33.29%, y los de menor frecuencia eran los grupos AB y grupo B Rh negativos con 0.14% y 0.1% respectivamente. (Miranda, 2014)

Estudio documental realizado en Nicaragua por Barberena (2014) titulado: “Aplicación de los diagnósticos de la inmunohematología en Banco de Sangre para la frecuencia de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en el año 2014” aborda de manera general que la frecuencia de los grupos sanguíneos es decreciente siendo el grupo O presente en el 63% de toda la población, grupo A con el 21%, grupo B con el 16% y el grupo AB se encuentra en menos del

5% de la población, el 90% de las personas es Rh positivo y un 10% perteneciente a Rh negativo. (Barberena, 2014).

También se encontró el trabajo elaborado por Carrillo (2015) titulado: “Frecuencia de fenotipos de grupos sanguíneos ABO y Rhesus (D) en estudiantes de la carrera de Microbiología de Instituto Politécnico de la Salud “Luis Felipe Moncada” UNAN-Managua, en el período Abril – Octubre 2015”, en donde expone que la frecuencia de los fenotipos de los grupos sanguíneos ABO y Rhesus fue la siguiente: con mayor porcentaje el grupo O Rh positivo con 65.63%, grupo A positivo 25%, el grupo B positivo 6.25% y los de menor porcentaje grupo O Rh Negativo 1.56%, grupo A Negativo 1.56%. En este estudio los investigadores no encontraron casos de grupo AB Rh Positivo, grupo B Negativo ni grupo AB Negativo. (Marlon Carrillo, 2015)

Se encontró un estudio realizado por Hidalgo (2002) titulado: “Frecuencia de grupos sanguíneos e incompatibilidades ABO y Rhesus en donantes de Baja California – México” en donde expone que al tomar una muestra de 1,809 donantes la frecuencia del grupo O es 58.49%, el grupo A es 31.40%, el grupo B es 8.40% y el grupo AB fue el menos encontrado con 1.71%, el factor Rh positivo con 95.36% y el factor Rh negativo con 4.64%. (Del Peón Hidalgo L, 2002)

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Los sistemas del grupo sanguíneo ABO y el sistema Rhesus considerados como uno de los más importante en medicina transfusional debido a que son sumamente inmunogénicos, pueden causar reacciones hemolíticas post-transfusionales y originar enfermedad hemolítica del recién nacido (EHRN, EHFEM o Eritroblastosis fetal). En la actualidad, el conocer la frecuencia e identificación de ambos sistemas se ha elevado por la demanda de transfusiones de sangre y hemocomponentes debido al aumento de enfermedades hematológicas, degenerativas, accidentes de tránsito, pacientes obstétricas, entre otras.

Por esto se ha seleccionado el tema: **“Frecuencia de fenotipo de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019”**, y conocer las variaciones de grupos sanguíneo ABO y Rhesus, que existen en las personas en estudio y establecer la frecuencia de dichos grupos sanguíneos.

En este estudio se pretende detectar grupos de mayor y menor frecuencia sanguínea, al igual que destacar las zonas de Nicaragua en donde más se ve cierto grupo sanguíneo y poder así influenciar a futuros donantes de sangre voluntarios en la población en estudio, ya que es de mucha importancia que la población Nicaragüense conozca de una manera actualizada el tipo sanguíneo que más está siendo donado y el tipo sanguíneo más escaso, para cualquier eventualidad de emergencia que se pueda presentar; e igual de esta forma el personal encargado de las donaciones en conjunto con el Minsa podrán incentivar con más dedicación las campañas de donaciones y cubrir así todos los hospitales con este valioso y fundamental elemento para la vida de las personas (nicaragüenses).

#### **IV. OBJETIVOS**

##### **Objetivo general:**

❖ Establecer la frecuencia de fenotipos de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019.

##### **Objetivos específicos:**

❖ Determinar la frecuencia de fenotipo de grupos sanguíneos del sistema ABO y sistema Rhesus (D), en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el período del estudio.

❖ Conocer la distribución de los grupos sanguíneos del sistema ABO y Sistema Rhesus (D) según el sexo de la población en estudio.

❖ Analizar la frecuencia de los Grupos sanguíneos, según los departamentos donde se encuentran los Centros de donación de Banco de Sangre Nacional del país.

## **V. MARCO TEÓRICO**

### **5.1. Datos históricos**

La era fisiológica de la historia de la transfusión sanguínea comenzó con el descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey en 1616; los primeros experimentos fueron hechos con transfusiones homólogas entre animales y en 1667 se efectuó la primer transfusión en humano al cual se le inyectaron 9 onzas de sangre de carnero; en 1818 James Blundell Obstetra y fisiólogo inglés hizo la primer transfusión de hombre a hombre y para 1875 ya se habían hecho unas 350 transfusiones en humanos: fue Karl Landsteiner en 1900 quién descubrió las diferencias de la sangre o el sistema ABO entre grupos de personas y con su teoría sobre la especificidad sobre las reacciones serológicas.

Landsteiner dividió las personas de las cuales estudió su sangre en 3 grupos, obviamente la palabra grupo se refería al grupo de personas, pero después el uso y la costumbre llevo a hablar de grupos sanguíneos.

- ✓ Grupo 1 – Grupo O
- ✓ Grupo 2 – Grupo A
- ✓ Grupo 3 – Grupo B

En 1902 Descatello y Sturdi descubrieron al grupo AB, la nomenclatura aceptada en 1928 por la Liga de las Naciones fue la de Jansky quien propuso cuatro grupos sanguíneos: (A, B, AB, O).

El antígeno Rh (D) fue caracterizado en 1939 por Levine y Stetson, quienes encontraron el anticuerpo en el suero de una madre que acababa de dar a luz a su segundo niño quien tuvo Enfermedad hemolítica del recién nacido, la mujer recibió una transfusión de sangre de su marido que inmediatamente dio lugar a una reacción hemolítica, se trataba de un anticuerpo diferente y potente, capaz de destruir los eritrocitos del padre, aunque presentaban compatibilidad del sistema ABO; recibió su nombre en 1940 cuando Landsteiner y Weiner inmunizaron conejos con eritrocitos del mono Rhesus y dicho antisuero aglutinaba, las personas cuyos eritrocitos aglutinaban con el suero anti – Rhesus fueron denominados Rh (+) y los que no aglutinaban Rh (-) (Grispan, 1983)

En 1961 se estableció que los antígenos detectados por los sueros anti – Rhesus animales y anti – D humanos no eran iguales, pero para entonces se había generalizado el término Rh en la transfusión humana que era imposible modificarlo. El primer antígeno descubierto del sistema Rh, fue el D, a mediados de los años 40 también se identificó los cuatro antígenos adicionales (C, c, e y E), que forman parte del polimorfismo del sistema Rh; en la mayoría de los casos los cinco antígenos principales D, C, c, E, e y sus respectivos anticuerpos son responsables de más del 99% de los eventos clínicos que involucran al Sistema Rh. (Tortora, 2004)

## **5.2. Grupos sanguíneos**

El grupo sanguíneo es una clasificación de la sangre que va de acuerdo a las características presentes en la superficie de los glóbulos rojos y en el suero de la sangre. Según Grispan (1983) expone “los grupos sanguíneos son antígenos y pueden conducir a la producción de anticuerpos específicos si son inoculados en forma de sangre en una persona distinta “(p.3)

### **5.2.1. Importancia de los Grupos Sanguíneos**

Los antígenos y anticuerpos que hacen parte del sistema ABO juegan un papel importante no solo en las reacciones transfusionales, si no también en la susceptibilidad a las infecciones por parásito como el *Plasmodium falciparum*, virus y bacterias. Además, algunas enfermedades como la Artritis reumatoide y la Enfermedad de Von Willebrand, se han asociado con alteraciones en la expresión de antígenos en la membrana de los eritrocitos (García, 2009)

Su importancia en:

- Reacciones transfusionales:

Durante las 3 últimas décadas se ha mejorado la seguridad en las transfusiones sanguíneas debido a una disminución de los riesgos de contaminación – infección; sin embargo, la transfusión con sangre incompatible continúa siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad.

Una transfusión con sangre ABO incompatible tiene riesgos y aun pequeñas cantidades pueden ser fatales en ciertas condiciones. La destrucción de los eritrocitos ocurre a nivel intravascular y es inmediata produciendo coagulación intravascular diseminada, Fallo renal y muerte. Las causas más comunes no se asocian con errores técnicos, si no con errores administrativos, como falla en la identificación de los pacientes o de las unidades a transfundir.

- Recién nacido:

La incompatibilidad en el sistema ABO para el recién nacido es frecuente, ocurren aproximadamente en el 20% de todos los embarazos y aunque las manifestaciones clínicas pueden variar ampliamente, se sabe que siempre existe algún grado de enfermedad hemolítica.

Los anticuerpos ABO tipo IgG que cruzan la placenta son la causa más común de enfermedad hemolítica del feto y del recién nacido. Afortunadamente su presentación es leve a moderada raramente es clínicamente importante, produciendo usualmente un cuadro de Ictericia leve con sede en fototerapia. La enfermedad hemolítica del feto y del recién nacido se presenta por lo general en feto y recién nacido con grupos sanguíneos A o B de madres grupos O, y puede ocurrir en el primer embarazo.

- Trasplantes:

La poca posibilidad de trasplantes de órganos en la medicina de trasplantes ha estimulado el desarrollado de estrategias que amplíen el pool de donantes, incluyendo el uso de donantes vivos de órganos ABO incompatibles y de xenotrasplantes (cerdo a humano). Sin embargo, los anticuerpos en los receptores pueden medir un rechazo híper agudo como el que se presenta después de un trasplante cardíaco o renal. Algunos estudios han realizado trasplantes renales con éxito de A2 a receptores B u O.

En el caso de trasplantes de médula ósea ABO incompatible se puede producir hemólisis por dos factores:

- 1)- Que el receptor tenga anticuerpos dirigidas contra eritrocitos del donante.
- 2)- Que los linfocitos del donante produzcan anticuerpos contra los eritrocitos del receptor. Este riesgo disminuye sustancialmente si se utilizan células madres purificadas obtenidas de sangre periférica, ya que contiene menos eritrocitos y más linfocitos que la médula ósea. (Rowley SD., 2000)

- Asociación con otras enfermedades:

Existen algunos ejemplos sumamente interesantes de la asociación de los grupos sanguíneos con las enfermedades humanas. Ejemplo, es más probable en un 20% que las personas del grupo A presenten carcinoma de Estómago o anemia perniciosa que las del grupo B u O, mientras que los secretores del grupo sanguíneo O son más propensos a úlceras gástrica o duodenal.

No se ha aclarado la base celular de estas observaciones; pero se especula acerca de la susceptibilidad relativa de personas con diferentes grupos sanguíneos a las enfermedades

infecciosas comunes como base para la distribución de grupos sanguíneos para las diferentes poblaciones, se dispone hasta el momento de escasos datos concretos que afirmen esta fascinante hipótesis. Estudios realizados recientemente se demostró una relación entre el cambio de la expresión de los antígenos ABH en células gastrointestinales y el desarrollo de cáncer en este tejido.

Los niveles del factor VII, V y IV son mayores en personas de grupo A y presentan mayor riesgo de Trombosis; por el contrario, las personas de grupo O son más susceptibles a padecer úlceras gástricas y duodenal, artritis reumatoides y enfermedad de Vonn Willebrand, entre otras.

También se han demostrado variaciones cuantitativas en la expresión de los antígenos del sistema ABO en los tejidos neoplásicos y en las enfermedades hematopoyéticas. Las alteraciones pueden ayudar con el pronóstico, clasificar las leucemias y determinar el tipo de malignidad. La pérdida o disminución de la expresión antigénica ABH indica una malignidad más agresiva con un mal pronóstico.

En Nicaragua se hace énfasis sobre la importancia de la determinación de los grupos sanguíneos, esto plasmado en la ley número 369 “Ley sobre seguridad transfusional” donde en su capítulo IV artículo 12 dice: “la sangre que se utiliza con fines terapéuticos o de investigación científica, deberá ser previamente sometida a diferentes pruebas de laboratorio, para detectar la presencia de agentes transmisible por transfusión sanguínea y para determinar los grupos y subgrupos sanguíneos y sus anticuerpos, que el Reglamento de la presente Ley establezca.” (Nicaragua, 2000).

La determinación de los grupos sanguíneos tiene importancia en varias ciencias:

- ✓ En Hemoterapia: se vuelve necesario estudiar al menos alguno de estos sistemas en cada individuo para garantizar el éxito de las transfusiones. Así, antes de toda transfusión, es necesario determinar, al menos el tipo ABO y Rh del donador y del receptor. Hoy día, las transfusiones de sangre no representan ningún peligro, porque antes de hacerlas se verifica si el donante y el receptor pertenecen al mismo grupo, evitando así las graves reacciones que se producen cuando se mezclan dos sangres que son incompatibles.
- ✓ En Ginecología/Obstetricia: se puede diagnosticar DHRN a través de su estudio, adoptándose medidas preventivas y curativas.
- ✓ En Antropología, se puede estudiar diversas poblaciones y sus interrelaciones evolutivas, a través del análisis de la distribución poblacional de los diversos antígenos,



determinando su predominancia en cada etnia y haciéndose comparaciones. (Gomez, 2004) (p. 25-26)

### **5.3. Sistema ABO**

Fue el primero de los sistemas de grupos sanguíneos descubiertos. Es el grupo sanguíneo más importante para la selección y transfusión de sangre, consiste en tres antígenos: A, B, H y cuatro fenotipos: grupo A, B, AB y O. Los fenotipos A y B son autosómicos codominantes y se expresan en los autosómico recesivo, reflejando la ausencia de un gen funcional A o B. Los individuos del grupo O expresan el antígeno H, el precursor biosintético de los antígenos A y B. hematíes de los grupos A, B y AB respectivamente. En cambio, el fenotipo O es un fenotipo autosómico recesivo.

El tipo de sangre de una persona depende de la presencia o ausencia de los antígenos ubicados en las membranas celulares de los eritrocitos o glóbulos rojos. Los individuos del grupo A, tienen el antígeno A en la membrana de sus glóbulos rojos; el que pertenece al grupo B, tiene el antígeno B, los del grupo AB tienen los dos antígenos el A y el B, mientras que los del grupo O carecen de ambos antígenos. Cada individuo pertenece a uno de estos grupos sanguíneos (Tortora, 2004). (p.20-21)

El sistema ABO posee dos rasgos característicos únicos que no se encuentran en ningún otro sistema de grupos sanguíneos:

- ✚ La presencia usual de aglutininas fuertemente reactivas en el suero de los que carecen de antígenos correspondiente.
- ✚ La presencia regular de antígenos ABH en muchas células hísticas y de sustancias ABH en las secreciones de los secretores.

Estas dos características únicas hacen del sistema ABO el sistema más importante de los grupos sanguíneos en la transfusión sanguínea y los trasplantes de órgano.

En el plasma de cada persona existen anticuerpos, producidos contra los antígenos no presentes en sus hematíes. De esta forma el individuo que pertenece al grupo A posee el anticuerpo B, mientras que el que pertenece al grupo B tiene anticuerpos anti A. El que pertenece al grupo O como no tiene ni antígeno A, ni el antígeno B, posee anticuerpos contra estos dos antígenos. Por

el contrario, el que pertenece al grupo AB, por tener ambos antígenos, no posee anticuerpos contra ellos.

### **5.3.1. Genética y Herencia del sistema ABO**

Los genes son fragmentos de ADN presentes en los cromosomas que determinan la aparición de los caracteres hereditarios de los individuos, según Arbeláez (2009) expone “existen tres tipos de genes del sistema ABO y estos son: el gen H, el gen ABO y el gen Se, que controlan la expresión de los antígenos ABO” (p. 330-331). Locus es el lugar en que se ubica cada gen a lo largo de los cromosomas. Se denomina genoma a la totalidad del material genético contenido en los cromosomas de una especie determinada.

El genoma es la codificación completa del ADN de una especie. En el caso de los humanos, es la secuencia de ADN contenida en los 46 cromosomas ubicados en el núcleo de las células diploides. Los seres humanos poseen entre 20000 y 25000 genes en su genoma. El genotipo es toda la información genética que un individuo tiene en su genoma, que ha sido heredado de sus progenitores y que puede transmitir a su descendencia. Fenotipo es la manifestación física del genotipo, es decir, son todas las características que se observan del individuo como altura, color de la piel, de los ojos, textura, etc. En algunos casos, el fenotipo puede ser alterado o modificado por el medio ambiente.

Se denomina alelo a cada uno de los dos genes localizados en el mismo lugar de un par de cromosomas homólogos, y que determinan un mismo carácter. Homocigoto es el genotipo donde los dos alelos de un gen, presentes en cromosomas homólogos, son iguales para un determinado carácter. Puede ser homocigoto dominante (AA) o recesivo (aa). Heterocigoto es el genotipo donde los dos alelos de un gen son diferentes, en cada cromosoma homólogo (Aa). (Narvárez, 2016).

Hay tres genes que controlan la expresión de los antígenos ABO: el gen H ubicado en el cromosoma 19 codifica para la producción de una enzima transferasa (transferasa H), que une una molécula de L-fucosa a la galactosa terminal (Gal) de un precursor común (sustancia precursora) unido a los lípidos o proteínas de membrana del eritrocito, dando origen al antígeno H, el cual es anterior en la formación de los antígenos de los grupos sanguíneos ABO. Los individuos que son homocigóticos para el gen nulo (h/h) no producen antígeno H y desarrollan anticuerpos anti-H; por lo tanto, estas personas aparte de no producir el antígeno H, tampoco

producen los antígenos A o B y su suero contiene anti-A, anti-B y anti-H. Este fenotipo se conoce como el fenotipo Bombay. (Torreblanca, 2002).

El gen ABO, ubicado en el cromosoma 9, posee tres alelos que son el A, el B y el O que varían de acuerdo a las sustituciones de nucleótidos, los cuales determinan la especificidad de las enzimas para las cuales codifican. El alelo A codifica para la enzima transferasa A que cataliza la adición de N-acetilgalactosamina (GalNAc) al antígeno H, generándose así el antígeno A. El alelo B codifica para la enzima transferasa B que cataliza la adición de D-galactosa (Gal) al antígeno H, generándose el antígeno B. El alelo B solo difiere del alelo A en la dilección 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.

El gen Se (secretores), también ubicado en el cromosoma 19, codifica para una enzima (fucosiltransferasa) que se expresa en el epitelio de tejidos secretores, incluidas las glándulas salivares, los tractos respiratorio y gastrointestinal. Esta enzima cataliza la producción de antígeno H en secreciones del organismo, así los individuos "secretores" poseen al menos una copia del gen Se (Se/Se o Se/se) que codifica para una enzima funcional, produciendo antígeno H en las secreciones, el cual a su vez es procesado como antígeno A y/o B dependiendo del genotipo ABO del individuo. Por su parte, los individuos "no secretores" son homocigotos para el gen nulo (se/se) y por lo tanto no pueden producir la forma soluble del antígeno H (García C. A., 2009). (p.329-330)

Cada individuo hereda del padre y de la madre los grupos sanguíneos. Estos grupos se encuentran en genes que poseen tres alelos que son el A, B, i, donde A y B son dominantes y el alelo i, que corresponde al O, es recesivo. Las personas que heredan los alelos AA o Ai (AO) tienen grupos sanguíneos A (fenotipo A), los que heredan BB o Bi (BO) serán de grupos B (fenotipo B) y aquellos que heredan los alelos ii (OO) son del grupo O (fenotipo O). En el caso del grupo AB, como hay codominancia (dominancia compartida) entre los alelos A y B, los individuos con ese grupo poseen doble fenotipo AB.

La codominancia es una forma de herencia donde el individuo manifiesta tanto el carácter dominante como el recesivo, es decir, no prevalece el dominante sobre el recesivo. Es así que estos individuos presentan una característica fenotípica particular, donde aparecen rasgos tanto del padre como de la madre (genético, 2012)

### **5.3.2. Antígenos del Sistema ABO**

Los antígenos del sistema ABO están compuestos por azúcares que protuyen de la membrana de la superficie de los eritrocitos, unidos a un componente llamado ceramidas, la cual se encuentra en la membrana de los eritrocitos. Una serie de cuatro azúcares o sustancia precursora, se le unen otros azúcares que le dan especificidad a cada antígeno ABO; estos son glicoproteínas, producidas por genes alélicos en un locus único, localizados en la parte proximal del brazo corto del cromosoma. Los antígenos correspondientes se encuentran aparentemente adheridos a la membrana de los glóbulos rojos. La especificidad antigénica es conferida por el azúcar terminal; Ej. Azúcar N-acetilgalactosamina proporciona la especificidad antigénica A y el azúcar galactosa determina la actividad B. Los antígenos ABO están presentes en todos los tejidos excepto el sistema nervioso central, de donde se deduce la importancia de dicho sistema en la transfusión de eritrocitos, leucocitos, plaquetas y trasplante de tejidos, también se encuentran presentes en las secreciones como polisacáridos solubles. El polisacárido presente en la secreción es químicamente idéntico al presente en los glóbulos rojos (G, 1983). (p.4-5)

#### **5.3.2.1. Antígeno H**

El diminutivo "Rh" es usado para abreviar la palabra *Rhesus*, la cual significa mono en griego. Su origen se encuentra en 1940, cuando Karl Landsteiner junto con Alexander Solomon Wiener, descubrieron un antígeno en los hematíes al que bautizaron como factor Rh, al haber sido hallado en el suero de conejos inmunizados con sangre procedente de un mono de la India de la especie *Macacus Rhesus*.

El factor Rh es una proteína integral de la membrana aglutinógena que está presente en todas las células. Un 85% de la población tiene en esa proteína una estructura dominante, que corresponde a una determinada secuencia de aminoácidos que en lenguaje común son denominados habitualmente Rh+. Tener Rh- significa que se tiene la misma proteína, pero con modificaciones en ciertos aminoácidos que determinan diferencias significativas en la superficie de los glóbulos rojos, y hacen a los humanos Rh- disponer de anticuerpos (aglutininas) en el plasma que reaccionan con los glóbulos rojos Rh+.

Existe la posibilidad del Rh nulo (Rh null), rarísimo; esta sangre no reacciona con ninguno de los antisueros Rh descritos y puede considerarse como ausencia de estos antígenos en los eritrocitos de la persona.

En 1986 **Tippet**, emite la teoría de la existencia de dos genes RHD y RHCD, que fueron secuenciados en 1990 por Colin y colaboradores.

La enfermedad del Rh es provocada por una madre Rh- que concibe un hijo Rh+. Los anticuerpos de la sangre materna destruyen el Rh+ del bebé. Si la madre piensa tener un segundo hijo debe aplicarse una vacuna que elimina los anti-Rh, que químicamente es una gamma inmunoglobulina, la misma que debe ser aplicada dentro de las 72 horas después del primer parto, ya que si se tiene un segundo bebé con Rh+ la madre producirá anti-Rh en exceso que destruirá la sangre del hijo, produciendo la enfermedad llamada Eritroblastosis fetal (anemia severa), en otros casos por la producción en exceso de los anti-Rh, el hijo puede morir intrauterinamente.

El antígeno H se encuentra sobre la membrana de los eritrocitos, excepto en las personas de fenotipo Oh (fenotipo Bombay). Como H es un precursor de A y B, las personas de los grupos sanguíneos A, B y AB tienen menos H que las personas de grupo sanguíneo O. (García C. A., 2009). (p.335)

#### **5.3.2.2. Antígenos ABH**

Los antígenos A y B son los más inmunogénicos. En forma natural y espontánea se generan anticuerpos anti eritrocitarios anti – A o anti – B, del tipo IgM. La transfusión de glóbulos rojos con incompatibilidad de grupo ABO genera reacciones hemolíticas graves que pueden ser fatales pues la IgM produce hemólisis intravascular. (ABO, 2012)

#### **5.3.3. Anticuerpos del sistema ABO**

Los anticuerpos son sustancias segregadas por los linfocitos de la sangre para combatir una infección por virus o bacterias que afectan al organismo, según Grispan (1983) expone “En el sistema ABO, característicamente el plasma contiene anticuerpos que reaccionan con el antígeno ausente en sus glóbulos rojos”. (Espinosa, 1983) (p. 5)

Estos anticuerpos completos han sido llamados de “ocurrencia natural” pues se creían que no eran de origen inmune. Sin embargo, se vio que bacterias, alimentos, etc. Pueden poseer un componente polisacárido similar al de los antígenos A, B y H. El recién nacido posee anticuerpos ABO bien desarrollados inmunológicamente y los que se detectan son los transferidos pasivamente por la madre. A medida que el niño crece y se expone a dichos antígenos del medio ambiente, desarrolla anticuerpos contra los antígenos que no poseen, los que están bien formados

inmunológicamente a los 6 meses de edad. Por lo tanto, dichos anticuerpos probablemente son resultado de inmunización a polisacáridos en diversos agentes del medio ambiente. Anti A y Anti B son anticuerpos de tipo IgM, aunque a menudo también son IgG.

Al contrario de los anticuerpos naturales o de “ocurrencia natural”, los anticuerpos inmunes son irregulares y transitorios que aparecen como consecuencias de una estimulación antigénica conocida, pueden aparecer después de algunas semanas, algunos meses o persistir hasta 20 meses después de la inmunización. Estos anticuerpos inmunes son una mezcla de IgM e IgG, principalmente IgG que pueden atravesar la placenta, reaccionan mejor a una temperatura de 37°C, son hemolizante; Ejemplo: embarazo, parto, aborto o bien por transfusiones sanguíneas. (p.5-6).

#### **5.3.4. Subgrupos de A, B y AB**

El sistema ABO es mucho más complejo que lo previsto, porque desde el punto de vista serológico y genético, el grupo A podría dividirse en subgrupos, según Grispan (1983) “Los subgrupos principales de A son el A1 y el A2, también el subgrupo AB podría dividirse en A1B y A2B; la distinción serológica entre los dos se basa en los resultados obtenidos de pruebas con reactivo anti-A1 preparado a partir de suero humano del grupo B o lectina de semillas de *Dolichus biflorus*”.(pag 6)

Los subgrupos de A son fenotipos que se distinguen de otros del mismo grupo ABO por la cantidad de antígeno A en sus hematíes, y en los secretores, en la saliva. Los sueros anti A1 aglutinan hematíes A1 pero no A2, anticuerpos irregulares anti-A1 pueden ser producidos por individuos de grupo A2 y A2B. El anti-A1 puede ocasionar discrepancias en las pruebas ABO e incompatibilidades en las pruebas de compatibilidad con hematíes A1 o A1B. Se considera que no tiene significación clínica si no reacciona a 37°C. Los subgrupos más débiles que el A2 se producen de manera infrecuente y en general se caracterizan por números decrecientes en zonas antigénicas A en los hematíes con un aumento recíproco de la actividad del antígeno H. De hecho, las variantes A3, Ax, Am pueden reaccionar de manera muy débil con los sueros anti-A y anti-AB y pueden ser clasificadas erróneamente como grupo O. La clasificación de los subgrupos se basa generalmente en:

- El grado de aglutinación de los hematíes por anti-A y anti-A1.
- El grado de aglutinación de los hematíes por anti-AB.
- El grado de reactividad H de los hematíes.
- La presencia o ausencia de anti-A1 en el suero.
- La presencia de sustancias A y H en la saliva de los secretores.

Los subgrupos de B son aún menos frecuentes que los subgrupos de A, por lo general, son reconocidos por variaciones en el grado de reacción frente a los sueros anti-B y anti-AB. La importancia de reconocer estos subgrupos es:

- a) Pueden dar aglutinación negativa o muy débil con anti-A y por lo tanto interpretarse como O, lo que es peligroso sobre todo si son células del donador.
- b) Si se transfunde sangre A1 en un paciente A2, se está inmunizando a este paciente y en una segunda transfusión puede reaccionar con anticuerpos dirigidos contra los determinantes antigénicos propias de A1 que no están en los eritrocitos A2.
- c) 2% de la población caucásica A2 y 25% de la A2B, tienen anti-A1 y por lo tanto si requieren transfusión deben recibir sangre A2 y A2B respectivamente (Sotelo, 1983) (p. 6-7)

### **5.3.5. Secretores y no secretores de los antígenos A, B y H**

Aproximadamente el 80% de las personas son secretoras de antígenos ABH. La secreción de A, B y H es controlada por los alelos Se y se del gen secretor Se. El término secretor es aplicado a aquellas personas (genotipo Se/Se y Se/se) quienes secretan antígeno H, con o sin A y/o B en las secreciones. Las glicoproteínas específicas de grupo se han encontrado en saliva, líquido seminal, lágrimas, sudor, orina, jugos digestivos, bilis, leche materna, líquido pleural, líquido pericárdico y peritoneal, líquido amniótico, y en los líquidos de hidróceles y quistes de ovario; por el contrario, no se han encontrado antígenos en líquido cefalorraquídeo. La cantidad de antígenos solubles en secreciones de la misma persona, varían ampliamente. Las secreciones de los secretores con grupo O contienen antígeno H, en tanto que las secreciones de los secretores con grupo A y grupo B contienen los antígenos A y H, y B y H, respectivamente. Los no secretores son genotipo (se/se) no producen antígeno H soluble (García C. A., 2009) (p.336)

### **5.3.6. Fenotipo Bombay**

El fenotipo Bombay clásico (Oh) se caracteriza 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 h en el locus H;

por lo que la síntesis de los antígenos A y B está bloqueada por la ausencia del antígeno H necesario para su expresión. Para que se produzca antígeno H debe existir al menos una copia funcional del gen H (H/H o H/h); si ambas copias del gen son inactivas (h/h) se produce el fenotipo Bombay. Debido a que estas personas son deficientes en los antígenos A, B y H, ellos producen anti-H, anti-A y anti-B de origen natural.

En la prueba inicial los eritrocitos Bombay se clasifican como grupo O. Los eritrocitos no reaccionan con anti-A, ni anti-B, ni con anti-AB, mientras que el suero reacciona con las células A, B, AB y O. Por lo que las personas con fenotipo Bombay deben ser transfundidas solo con eritrocitos de fenotipo Bombay. La ausencia de los antígenos ABH en este fenotipo no está asociada con defectos de membrana o cambios de 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. (MS, 1974).

#### **5.4. Sistema Rhesus**

El sistema Rhesus es una proteína integral de la membrana de los globulos rojos. Son Rh positivo aquellas personas que presenten dicha proteína en sus eritrocitos y Rh negativas quienes no la presenten.

El sistema Rhesus (Rh) es complejo y está constituido por 35 a 40 o más antígenos, de los cuales cinco (D, C, E, c y e) revisten una importancia especial. El antígeno Rh D fue caracterizado en 1939 por Levine y Stetson. El antígeno recibió su nombre en 1940 cuando Lendsteiner y Weiner inmunizaron conejos con eritrocitos del mono Rhesus y dicho antisuero aglutinaba el 85% de la población Rh positivo. Sin embargo, hace algunos años se observó que los pacientes Rh negativos desarrollaban anti-Rh solamente al ser inmunizados (transfusión, embarazo, etc.).

La presencia de los antígenos del sistema Rh está determinada por genes, y dos teorías tratan de explicar la herencia de los antígenos Rhesus, una fue propuesta por Sir Ronald Fisher y el Dr. Robert Race de Inglaterra, según ellos los cinco determinantes antigénicos principales que integran el sistema Rh (D, C, c, E, e) son el producto de 3 pares de genes situados en 3 locus distintos, pero inmediatamente ligados. En su concepto cada gen da origen a un antígeno determinado. Estos locus están constituidos por pares de genes alelos Dd, Cd, Ee, con transmisión codominantes. El más importante de éstos locus fue denominado D, ocupado por el gen responsable del antígeno D y la otra teoría propuesta por el Dr. Alexander Wiener de EEUU, nos dice que la herencia del sistema Rh es controlada por un gen único, localizado en un locus



simple en un cromosoma. Cada aglutinógeno se caracteriza por especificidades serológicas múltiples, denominadas factores, identificadas por anticuerpos específicos. Existen múltiples alelos de este gen y los ocho alelos mayores son denominados con los símbolos: r, r', r'', R, Ro, R1, R2, Arz. Cada gen da lugar a un antígeno eritrocitario conocido como aglutinógeno, el cual puede ser identificado en sus diferentes factores mediante sueros específicos. (Sotelo, 1983) (p. 8-9).

#### **5.4.1. Genética y herencia del sistema Rhesus**

El sistema Rh es una agrupación de varios antígenos productos de dos genes adyacentes y homólogos del brazo corto del cromosoma 1, ubicados en la región p36.13-p34.3 que codifica los polipéptidos no glucosilados, denominados RHD y RHCE. El gen RHD determina la presencia de una proteína de membrana que confiere actividad D a los glóbulos rojos, el otro gen RHCE determina los antígenos C, c, E y e; sus alelos son RHCE, RHCE, RhcE y Rhce. Los productos de estos genes son proteínas que contienen 417 aminoácidos, estos atraviesan la membrana eritrocitaria doce veces y solo exhiben ramas aminoacídicas cortas en el exterior, en la cual se expresan los respectivos antígenos, estos polipéptidos son ácidos grasos acetilados y no contienen carbohidratos.

Los antígenos de este sistema presentan homología, su diferencia se basa en la posición de diferentes aminoácidos que hacen únicos cada antígeno; entre los antígenos C y c difieren en cuatro aminoácidos en las posiciones 16, 60 y 103 de los cuales solo la serina o prolina en la posición sería crítica, la presencia de alanina o prolina en la posición 226 parece ser la única característica que distingue a los antígenos E de los de e. Los polipéptidos D, en cambio poseen 35 aminoácidos que en los individuos D negativos se perciben como extraños.

La presencia o ausencia del gen RHD en el ADN humano determina las bases moleculares del polimorfismo RhD positivo y RhD negativo. Los individuos RhD positivos poseen los dos genes RH, mientras que el fenotipo RhD negativo resulta de la ausencia del gen RHD, estos genes son heredados por los progenitores como carácter mendeliano y se expresan a partir de la sexta semana de vida intrauterina.

La herencia de los antígenos Rh es determinada por un complejo de dos genes, de los cuales uno codifica la proteína transportadora de antígeno D y otro codifica la proteína transportadora de antígeno "C" o "c", de "E" y "e". Las personas Rh positivas poseen genes Rh D, que codifica la

especificidad de la proteína transportadora de C y E. Mientras el Rh negativo tiene únicamente un gen RhCE. El 45% de los individuos Rh positivo es homocigoto al factor D y el 55% restante es heterocigoto por haber heredado un factor D positivo y otro negativo de sus progenitores. (Gomez, 2004) (p.29-30)

#### **5.4.2. Bioquímica del complejo Rh**

Teniendo en cuenta lo expresado por Patricia Tippett y análisis inmunoquímicos posteriores, revelarían que los antígenos del sistema Rh son proteínas de transmembrana codificadas por genes que se encuentran en el brazo corto del cromosoma 1 (RhD – RhCE) y el cromosoma 6 (RhAG). La proteína del cromosoma 6 (RhAG), que actuaría como precursor para la expresión de los antígenos del sistema.

Se desconoce el papel biológico de las proteínas Rh, se cree que actuarían como transportadores de cationes, pero tendrían una importancia fundamental en la estructura de la membrana del hematíe ya que se comprobó que su ausencia (en los muy raros casos “Rh null”) compromete a la morfología eritrocitaria de tal manera que produce verdaderos esféricitos, con una viabilidad globular obviamente disminuida.

Las proteínas resultantes, RhD y RhCE, son proteínas transmembrana no glicosiladas de múltiples pasos, compuestas, cada una de ellas, por 417 has que difieren entre sí en un total de 32 a 35 AAs. A lo largo de las proteínas se distinguen seis bucles extracelulares, doce segmentos transmembrana y siete segmentos intracelulares. Cada uno de los exones del gen codifica para un segmento de la proteína, de manera que los diez exones dan lugar a una proteína completa. Las proteínas Rh forman complejo en la membrana con la glicoproteína RhAG (Rh-associated glicoproteína), la cual en 2008 fue considerada como un sistema independiente del sistema Rh, asignándose el número 30 como sistema. (Chou, 2010) (p.178-185)

#### **5.4.3. Antígenos del Sistema Rhesus**

Existen 35 a 40 o más antígenos en el sistema Rh, pero solo cinco son los que se utilizan con más frecuencia y en el uso rutinario es el antígeno Rh o (D); al igual que en el sistema ABO el sistema Rh tiene un puesto prominente en la práctica de la transfusión sanguínea y en relación de la enfermedad hemolítica del recién nacido (EHRN).

El antígeno Rh (D), después de los antígenos ABO, es el más importante en la práctica de transfusión. Aproximadamente 75% de las personas Rh (D) negativo desarrollan anti-D al ser expuestos a eritrocitos Rh (D) positivo.

Todavía no se ha determinado la constitución química de los antígenos Rhesus. El antígeno Rho (D) es determinado genéticamente a través de un gen autosómico dominante. Dicho gen aparentemente reside en el cromosoma 1. Cada individuo hereda de cada padre un gen que controla un antígeno Rh que tiene varias determinaciones antigénicas, la combinación es equivalente a su fenotipo. En la rutina de transfusión (con excepción de embarazos y algunos pacientes Rh negativo) solo se tpea por el antígeno D en el sistema Rh y los demás únicamente si el anticuerpo se presenta en problemas de paternidad.

Con el tiempo se descubrió que el sistema Rh-Hr es un sistema complejo y casi simultáneamente se crearon dos sistemas de nomenclatura: Nomenclatura Rh-Hr (Weiner). 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. Nomenclatura CDE (Fisher y Race). La relación recíproca entre varios de los factores Rh hizo que Fisher y Race desarrollarán el concepto de que los antígenos Rh se derivaban de 3 locus de genes íntimamente relacionados. Cada uno con dos alelos. Estos alelos se designan con las letras CDE y cde. Se han encontrado anticuerpos contra CDE, c y e, pero nunca se ha identificado anti-d. La combinación de genes da por resultado el genotipo. Ej: CDE/cde. La expresión identificable en el individuo da por resultado el fenotipo, ej: Ce DDe. No se puede demostrar de porque no hay Anti- D disponible. (Reid, 2012) (P.188-205).

#### **5.4.3.1. Otros antígenos Rhesus**

A mediados de los años 40 ya se habían identificado cuatro antígenos adicionales – C, E, c y e – como pertenecientes al actualmente llamado sistema Rh. Hallazgos ulteriores ele varon el número de antígenos relacionados a 49, muchos de los cuales exhiben variaciones cualitativas y cuantitativas. El lector debe saber que estos antígenos existen, pero en la mayoría de los casos los cinco antígenos principales (D, C, E, c y e) y sus anticuerpos correspondientes son responsables de la gran mayoría de los eventos clínicos que involucran al sistema Rh. Aunque los antígenos del sistema Rh se expresan plenamente al nacimiento, con la detección de antígenos a las 8 semanas de gestación están presentes únicamente en los glóbulos rojos y no se detectan en plaquetas, linfocito, monocitos, neutrófilos u otros tejidos. (Baia, 2013) (P. 205-215).

#### **5.4.4. Anticuerpos del sistema Rhesus**

El embarazo y la transfusión de sangre producen la mayor parte de anticuerpos Rh como resultado de la exposición a eritrocitos humanos. Ocasionalmente, los anticuerpos Rh (por ejemplo, anti-E y anti-Cw) se producen en forma natural. El antígeno D es el inmunógeno más

potente, seguido del c y el E. A pesar de algunos anticuerpos Rh reaccionan mejor en sistemas antiglobulínicos ricos en proteínas o enzimáticos. En general, los anticuerpos persisten durante muchos años. Si los niveles séricos declinan por debajo de los umbrales de detección, la exposición antigénica ulterior desencadena una rápida respuesta inmunológica secundaria. Con muy pocas excepciones, los anticuerpos Rh no fijan complemento cuando se combinan con sus antígenos, o bien esta fijación no es detectable por las técnicas de uso corriente. Por lo tanto, en las reacciones transfusionales con anticuerpos Rh, la hemólisis es sobre todo extravascular en vez de intravascular (AAHI, 2007)

Los anti-D casi nunca muestran diferencias en la reactividad con los eritrocitos de individuo homo y heterocigotos para RhD, pero la expresión de los antígenos D parece variar de alguna forma con los alelos acompañantes del genotipo. Por ejemplo, los glóbulos rojos de los individuos DcE/DcE poseen más puntos antigénicos D que los de aquellos DCe/DCe y podrían revelar títulos más altos con anti-D. A veces “el efecto dosis” se demuestra con algunos anticuerpos contra los antígenos E, c y e, en ocasiones, contra los antígenos C.

A diferencia del sistema ABO, en el sistema Rh no existen aglutininas (anticuerpos) naturales que cuando se presentan son el resultado de una inmunización previa. Los anticuerpos del sistema Rh suelen ser inmunes, no existen en los individuo que carecen del antígeno correspondiente a no ser que se haya producido una sensibilización previa por gestación o transfusión sanguínea.

Estos anticuerpos son inmunológicos, generalmente son de tipo IgG, por lo que atraviesan la placenta de forma activa a través de un dominio del fragmento Fc, en general los anticuerpos persisten durante muchos años y no suelen aglutinar con el antígeno correspondiente en medio salino, por lo que se utiliza para su detección en este medio diferentes procedimientos capaces de aumentar la aglutinabilidad de los eritrocitos adicionando macromoléculas (Albúmina, antiglobulina) o enzimas.

Los anticuerpos inmunógenos más potentes son los de los antígenos D, seguidos de los c y E. Los anticuerpos anti-D inmunológicos aparecen en personas Rh negativas como respuesta a la estimulación del antígeno D, esto puede ocurrir por la incompatibilidad fetal o en transfusiones. Los anticuerpos anti-E puro se presentan con más frecuencia que los demás debido a que este antígeno no está presente en todos los eritrocitos. Los anticuerpos anti-C son raros debido a que

este antígeno casi siempre está presente en la mayoría de los eritrocitos. Los anticuerpos anti-c son raros debido a que estos antígenos casi siempre están presentes en la mayoría de los eritrocitos, se presenta en personas D positiva porque es raro que los D negativo carezcan de c, la sensibilización puede ocurrir en personas con genotipo CDe/CDe o CDe/Cde. Los anticuerpos anti-e son muy raros porque son muy pocas las personas que carecen del antígeno e, si se presentan son autoanticuerpos. Algunos anticuerpos Rh se les denomina anticuerpos concomitantes. (Eduardo Muñiz Diaz N. N., 2014).

#### **5.4.4.1. Fenotipo y Genotipo del Sistema Rhesus**

Los fenotipos Rh expresan los antígenos que están presentes en el eritrocito, estos antígenos son producidos de dos en dos por los diferentes haplotipos, el producto de estos genes pueden ser homocigotos (D, D; C, C; E, E) o heterocigotos (D, d; c, C; e, E). El gen RHce codifica los productos c y e, el gen RHcE codifica los productos C y e, el gen RhcE codifica los productos c y E; y el gen RHCE codifica los productos C y E que son excepcionales.

Las combinaciones de estos genes originan para los sujetos Rh positivos 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.

Las reglas elementales para establecer el genotipo a partir del fenotipo son determinar inicialmente los cinco antígenos C, c, D, E, e y establecer si el fenotipo es Rh positivo o negativo. Si es Rh negativo, se acepta que es homocigoto para dd. En ausencia de C, se anota c en cada cromosoma (c/c), si es CC se coloca C en cada cromosoma (C/C) y si tiene C y c se coloca C en el primer cromosoma y c en el segundo cromosoma (C/c). Se inscribe la D en el mismo cromosoma donde esta C, por ejemplo, heterocigoto Cc se anotará CD/cd.

Se determina la presencia o ausencia de E, ante e, e se coloca una en cada cromosoma (e/e), EE se coloca una en cada cromosoma (E/E) y E, e se anota E en el primer cromosoma y e en el segundo cromosoma. Se ubica la E en el mismo cromosoma donde está D, a menos que ya exista una C. No existe el antígeno d, pero esta letra significa la ausencia de D y se emplea para definir el fenotipo Rh negativo. (Mora, 2002)

#### **5.4.4.2. Expresión del antígeno D**

En los últimos diez años se han desarrollado diversas hipótesis acerca de los mecanismos moleculares para explicar la ausencia del antígeno D en las personas Rh negativo, esta ausencia se debe a la delección del RHD, es una condición homocigota con la ausencia del gen RHD, es el mismo mecanismo dominante en personas de raza blanca. La pérdida de la expresión de la proteína D se presenta como un gen RHD inactivo o parcial, este mecanismo es común en sujetos de raza (Guzman, 2006).

#### **5.4.4.3. Fenotipo D débil**

Los eritrocitos de fenotipo D débil poseen un número menor de sitios antigénicos, que puede deberse a que produce menor cantidad de antígenos, antiguamente llamado Du de alto grado, o ser resultado del efecto supresor del haplotipo "Ce" en posición "trans", Du de bajo grado. Como en estos casos no se trata de una diferencia cualitativa sino debida puramente a una menor cantidad de sitios antigénicos. Algunos fenotipos D parcial pueden presentar una disminución cuantitativa del antígeno D, pudiendo ser erróneamente clasificados como D débil, debido a que la identificación de este fenotipo depende fundamentalmente del reactivo "anti D" (Rho) y del método utilizado para su investigación (Sistema Rh, 2012)

#### **5.4.4.4. Fenotipo D parcial**

Se descubrieron algunos raros casos en que individuos, que habían sido fenotipificados como Rh positivo, es decir son portadores del antígeno D, igual se sensibilizan (producían anticuerpos anti-D) al ser estimulados con glóbulos rojos portadores de dicho antígeno. Estudios posteriores demostraron que los eritrocitos con este fenotipo se caracterizan por la ausencia de uno o más epítomos que componen el antígeno D, de ahí la capacidad de producir aloanticuerpos específicos hacia el o los epítomos faltantes, al ser inmunizados con los glóbulos rojos Rh D positivo. (Davila, 2013)

### **5.5. Frecuencia de Grupos Sanguíneos**

La frecuencia de los grupos sanguíneos a nivel mundial es muy variable, difiere en las distintas poblaciones, mientras que el sistema Rh según el antígeno D es ampliamente dominado por Rh positivo en todos los lugares.

La frecuencia del grupo O en Europa es de 33% en rusos, hasta 47% en ingleses, en Asia es de 17% en japoneses ainu, hasta 46% en chinos cantoneses, en América es de 17% en indígenas "blackfoot" de América del Norte, hasta 100% en incas del Perú. En el mundo, el fenotipo O es

el más frecuente, en especial entre indígenas de Centroamérica y Suramérica, mientras en Estados Unidos y Canadá es de 70-90%, en África 60-80%, en Asia 50-60% (excepto en Siberia y sur de India: 60-80%) y en Europa occidental 60-70% (23). El grupo A en Europa tiene frecuencia de 36 a 53%, en Asia de 22 a 38%, en Estados Unidos y Canadá de 10-15%, África 15-20%, 0-5% en México, Centroamérica y Suramérica (23). El grupo B está principalmente en Europa central y oriental y en Asia (15-25%), África 10-15%, y casi ausente en América y Oceanía (0-5%) (23-25).

De estos datos se deduce que, el Rh positivo es mucho más frecuente que el negativo por todo el planeta (aproximadamente el 90% frente al 10%). Igualmente, el orden de los grupos ABO nos indica la abundancia relativa de cada uno de ellos, de modo que el grupo O es el más frecuente y el grupo AB el más raro. Un artículo publicado en 2012 por Denis O'Neill (anthro.palomar.edu) recoge la frecuencia de los antígenos A y B, así como de la ausencia de ambos (grupo O) en las distintas poblaciones nativas del planeta.

- El antígeno A es muy raro en Centroamérica y Sudamérica.
- Igualmente, el antígeno B es extraordinariamente raro en toda América, además de Australia y otras zonas menores.
- Consecuencia de esto es que en Centroamérica y Sudamérica la mayoría de la población pertenece al grupo O. En Norteamérica también es muy abundante este grupo y menos frecuente en buena parte de Asia y Europa del este.
- En la mayoría de Europa el antígeno B es bastante poco frecuente, mientras que hacia el este (Asia) se hace mucho más abundante.
- Si combinamos las frecuencias de los antígenos A y B, concluiremos que el grupo AB está presente principalmente en Asia y Europa del este.

De una observación más detallada se pueden deducir otras muchas conclusiones sobre características especiales de determinadas áreas. A mucha menor escala, se pueden encontrar poblaciones muy concretas en las que resulta muy llamativa la abundancia de un determinado grupo, tanto ABO como Rh, o la ausencia casi total de alguno. Esto suele ser a que dichas poblaciones se han mantenido muy cerradas a lo largo de siglos y han tenido escasa relación con otras, por lo que apenas ha habido mestizaje de sangre.

Para finalizar, en el artículo citado anteriormente se termina afirmando que estos datos no se encuentran influenciados en modo alguno por la raza, algo que contribuye a confirmar que no

existen suficientes diferencias entre los seres humanos como para poder establecer el concepto de raza.

Aunque desde el punto de vista genético, la probabilidad de que un grupo sanguíneo específico sea heredado por un hombre o una mujer es la misma, ya que estos siguen un patrón de herencia autosómica, desde el punto de vista estadístico por juegos del azar, se ha observado una ligera variación en la proporción de cada grupo en varones y mujeres.

En Nicaragua según datos de la Cruz Roja Nicaragüense el tipo y Rh que más predomina es el tipo grupo O Rh positivo y el grupo A Rh positivo, en cambio el grupo AB negativo es el tipo menos frecuente alcanzando apenas un 4% de la población nacional, hecho que lo ubica como un recurso escaso en materia de donación. (Marlon Carrillo, 2015).

## **5.6. Determinación de Grupos Sanguíneos.**

La determinación de grupos sanguíneos se realiza aplicando diferentes técnicas que detectan los antígenos y/o anticuerpos de cada grupo sanguíneo, siendo los grupos ABO y Rh los que se determinan en la rutina del laboratorio de Banco de Sangre por la importancia que tienen estos en la terapia transfusional. Las técnicas que se emplean para la determinación de estos grupos sanguíneos son bastantes simples, sin embargo, los resultados que se obtienen de las mismas son muy significativos. Cualquier error en la determinación puede producir consecuencias graves en el paciente y en ocasiones puede ser fatal. La prueba se puede realizar por diferentes métodos: lámina, tubo y microplaca. El método en tubo es el más utilizado ya que ofrece mayor seguridad.

La determinación de los sistemas ABO y Rh involucra:

- Estudios de los eritrocitos con anti-A, anti-B y anti-D.
- Realización de la prueba inversa con eritrocitos A, B y O.

Comprende dos pruebas para el sistema ABO, en cambio para el Rh solo una por las características de sus anticuerpos:

- Prueba globular o directa: Corresponde a la determinación de antígenos mediante anticuerpos específicos.
- Prueba sérica o inversa: Comprende la determinación de anticuerpos mediante antígenos conocidos (Neumeister, 2009).

### **5.6.1. Determinación del Sistema ABO**

Las pruebas de rutina para tipificación ABO consisten en el análisis de los glóbulos rojos con anticuerpos anti-A y anti-B (pruebas directas o eritrocitarias) y el análisis de suero o plasma con



glóbulos rojos A1 y B (prueba inversa o serología). Los estudios de rutina de donantes o pacientes deben incluir pruebas eritrocitarias y serológicas, ya que unas controlan a las otras. Para confirmar el tipo ABO de las unidades donadas ya rotuladas y lactantes menores de 4 meses, sólo se tipifican los glóbulos rojos

Los reactivos anti-A y anti-B aglutinan la mayoría de los glóbulos rojos positivos por contacto directo, aun sin centrifugación. Los anticuerpos anti-A y anti-B séricos de la mayoría de los pacientes y donantes suelen ser demasiado débiles como para aglutinar los glóbulos rojos sin centrifugación o incubación prolongada. Las pruebas serológicas deben realizarse con métodos que detecten los anticuerpos: en tubos, microplacas, aglutinación en columnas o portaobjetos.

Los reactivos adicionales, como anti-A y anti-B para estudios eritrocitarios y glóbulos rojos A2 y O para ensayos séricos, no son necesarios para las pruebas de rutina, pero pueden ser útiles para resolver discrepancias en la tipificación. El uso de anti-A y anti-B puede no tener el mismo beneficio para detectar subgrupos débiles con reactivos monoclonales (dependiendo de los clones usados) que cuando se usaron reactivos policlonales humanos. Muchos reactivos monoclonales para la tipificación ABO han sido formulados para detectar algunos de los subgrupos más débiles. Se debe consultar las instrucciones del fabricante para las características específicas de los reactivos.

Las técnicas especiales para detectar subgrupos débiles de rutina no son necesarias ya que la discrepancia de tipificación (por ejemplo, la ausencia de anticuerpos esperados) generalmente distingue estos de los del grupo O. La finalidad de los glóbulos rojos A2 es facilitar la detección de anti-A1. Como la mayoría de las muestras A carece de anti-A1, el uso de rutina de este reactivo es innecesario.

Los errores técnicos que pueden llevar a discrepancias ABO incluyen:

1. Confusión de muestras.
2. Suspensiones de glóbulos rojos demasiado concentradas o diluidas.
3. Omisión del agregado de reactivos.
4. No se registra la hemólisis.
5. No se respetaron las instrucciones del fabricante.
6. Escasa o excesiva centrifugación.

7. Mala interpretación o registro inadecuado de los resultados de las pruebas (AAHI, 2007).

**✚ Prueba Directa o Globular**

Determina los antígenos presentes en los glóbulos rojos mediante anticuerpos conocidos (antisueros comerciales), los antígenos presentes reaccionan con su correspondiente anticuerpo lo cual se hace visible por medio de aglutinación.

**✚ Prueba Inversa o Sérica**

Determina los anticuerpos presentes en el suero mediante antígenos conocidos (células de genética conocida). Los anticuerpos presentes reaccionan con su correspondiente antígeno, lo cual se hace visible por medio de aglutinación.

**Tabla interpretativa para la determinación del sistema ABO.**

**Prueba directa y Prueba inversa.**

GRUPO DIRECTO				PRUEBA INVERSA					
Anti-A	Anti-B	Anti-AB	Control ABO	AGS	CÉL A1	CÉL B	CÉL O	ANTI CUERPOS	GRUPO
+	-	+	-	A	-	+	-	anti B	A
-	+	+	-	B	+	-	-	anti A	B
-	-	-	-	NINGUNO	+	+	-	anti A anti B	O
+	+	+	-	A Y B	-	-	-	ninguno	AB

**5.6.2. Determinación del Sistema Rhesus**

La tipificación Rh de rutina de los donantes y pacientes sólo involucra los antígenos D. La investigación de otros antígenos Rh sólo se efectúa con fines definidos, como la identificación de anticuerpos Rh inesperados, la obtención de sangre compatible para pacientes con anticuerpos Rh, las pruebas de paternidad y otros estudios familiares, la selección de células fenotipificadas para el reconocimiento de anticuerpos y la evaluación para determinar si una persona es homocigota o heterocigota para RHD.

Cuando se busca sangre compatible para un receptor con anticuerpos Rh comparativamente débiles, el uso de reactivos potentes para detectar la ausencia del antígeno puede ser más

confiable que la prueba de compatibilidad cruzada. La determinación del fenotipo del paciente podría ayudar a confirmar la especificidad de los anticuerpos e indicar la presencia de otros anticuerpos anti-Rh. (Pertl, 2000) (P.3662-3668)

### **Investigación de rutina del antígeno D**

Hasta hace pocos años, la mayoría de las pruebas de rutina utilizaba reactivos anti-D hiperprotéicos policlonales humanos, apropiados para las técnicas en portaobjetos, tubos o microplacas. Ahora se dispone de reactivos anti-D monoclonales. Las pruebas pueden utilizar glóbulos suspendidos en solución salina, suero o plasma, pero es esencial que se cumplan las instrucciones del fabricante de los reactivos. Los procedimientos para las pruebas en microplacas son similares a aquellas en tubos, pero deben utilizarse suspensiones de glóbulos rojos muy diluidas.

Las pruebas en portaobjetos sólo brindan resultados óptimos cuando se combinan concentraciones elevadas de glóbulos rojos y proteínas a 37°C. La principal desventaja de las pruebas en portaobjetos es la evaporación del medio, lo que puede provocar una agregación de hematíes que puede confundirse con aglutinación. Esta técnica aumenta el riesgo biológico porque implementándola se produce mayor posibilidad de salpicaduras con sangre y contaminación.

Los estándares de la Asociación Americana de Bancos de Sangre (AABB) requieren técnicas para mostrar D débil solamente para la sangre de donante o para analizar la sangre de recién nacidos de madres Rh negativo para determinar si son candidatas a recibir inmunoglobulina Rh. Si es preciso investigar antígenos D débil, se lleva a cabo una prueba antiglobulínica. No hay procedimientos en placa para determinar la expresión de D débil que sean confiables.

### **Prueba del Du**

La mayoría de los eritrocitos D positivo muestra aglutinación macroscópica después de la centrifugación con anti-D y es fácil clasificarlos como tales. Los que no se aglutinan en forma inmediata o directa plantean dudas. En algunos eritrocitos D positivo, la demostración de antígenos D requiere incubación con anti-D o el agregado ulterior de suero antiglobulínico (AGH) después de la incubación con anti-D (Prueba Indirecta de Antiglobulina). Aun cuando la prueba requiere un paso adicional, esos eritrocitos se consideran D positivo.

Actualmente gracias a los avances logrados en los reactivos policlonales y monoclonales anti-D, es factible detectar algunas células D positivo que habrían sido clasificadas como D débiles

cuando se analizaron con reactivos menos sensibles. Por otra parte, los anti-D monoclonales podrían reaccionar por aglutinación directa con epítomos del antígeno D que antes requerían métodos más sensibles para reaccionar o, en ocasiones, podrían no reaccionar con otros epítomos de los antígenos D. A la inversa, con la prueba directa algunos anti-D monoclonales pueden reaccionar con epítomos raros de antígeno D que no se habían podido detectar con reactivos policlonales (por ejemplo, DHAR y Crawford). Es importante conocer que los reactivos anti-D varían entre los distintos fabricantes y esas diferencias deben ser conocidas por los usuarios (Landsteiner, 2014)

### **Prueba para D en la enfermedad hemolítica del feto y el recién nacido.**

Debido a que los glóbulos rojos de los lactantes con EHFRN están recubiertos por inmunoglobulinas, la evaluación Rh suele requerir el uso de reactivos hipoprotéicos. En ocasiones la cobertura por anticuerpos es tan densa, que todos los puntos antigénicos están ocupados y no queda ninguno disponible para reaccionar con los anticuerpos específicos. Si las células del lactante son Prueba de Antiglobulina Directa (PAD) positiva y no se aglutinan con reactivos de igual especificidad como los anticuerpos maternos, cabe pensar en este fenómeno de “bloqueo”.

Casi todos los casos de bloqueo con anticuerpos maternos se deben a anti-D. En general, la tipificación correcta se logra con anti-D de bajo contenido protéico después de la elución de los anticuerpos maternos de los glóbulos rojos del cordón a 45°C. La elución libera puntos antigénicos y permite la tipificación eritrocitaria, pero debe llevarse a cabo con cuidado, porque la sobreexposición al calor podría desnaturalizar o destruir los antígenos Rh.

### **5.6.3. Errores en la determinación de los Grupos Sanguíneos.**

Es preciso conocer los errores potenciales en la determinación de grupos sanguíneos, que podrían generar resultados falsos positivos o falsos negativos

- **Estandarización o conservación incorrecta de los antisueros**

Es muy importante evaluar los lotes de los antisueros antes de utilizarse. Para evitar los falsos negativos, siempre deben conservarse a la temperatura indicada por el proveedor. Los antisueros contaminados pueden inducir a falsos positivos.

- **Formación de “pilas de monedas”**

La formación de pilas de monedas a menudo se denomina pseudoaglutinación.

Este fenómeno suele observarse en el suero de pacientes con proporción albuminas/globulinas anormales. Si se agrega 1 gota de solución salina hipertónica (1.5%) las pilas de monedas desaparecen, pero la aglutinación verdadera no.

- **Muestras de sangre contaminadas**

Las muestras de sangre contaminadas pueden afectar los resultados. Cuando se preparan las células para determinar el grupo se advierte hemólisis. En estas circunstancias es preferible solicitar una nueva muestra.

- **Gelatina de Wharton**

La gelatina de Wharton es la que recubre el cuerpo y cordón umbilical del recién nacido y a menudo se identifica en las muestras de sangre del cordón umbilical obtenidas de forma directa y no con jeringa. Este material mucoso contamina las muestras y puede provocar formación de pilas de monedas. Para eliminarlo se lavan las células con solución salina calentada a 37 °C.

- **Autoanticuerpos y anticuerpos de reacción en frío**

La sangre de algunos pacientes posee Autoanticuerpos que reaccionan con las células A, B y O en la determinación inversa del grupo. En estos casos se incuban la preparación a 37°C antes de leer los resultados. Como muchos de estos anticuerpos actúan a temperaturas inferiores a la corporal, se advierten reacciones ABO verdaderas. A veces los anticuerpos son potentes y causan hemólisis a 37°C, si es así se realiza una prueba de anti globulina directa. Esto se podría deber a que el paciente puede presentar una anemia hemolítica autoinmune.

### **Técnica incorrecta**

La mayoría de los errores en la tipificación sanguínea deriva de la técnica inadecuada, en particular:

- Colocación de los antiseros o células en los tubos equivocados.
- Falta de apreciación de la importancia de la temperatura y los tiempos de incubación.
- Transcripción incorrecta de los resultados.

### **Errores técnicos**

1. Confusión de muestras.
2. Suspensiones de glóbulos rojos demasiado concentradas o diluidas.
3. Omisión del agregado de reactivos.

4. No se registra la hemólisis.
5. No se respetaron las instrucciones del fabricante.
6. Escasa o excesiva centrifugación.
7. Mala interpretación o registro inadecuado de los resultados de las pruebas. (Marlon Carrillo, 2015)

#### **Consideraciones adicionales para la determinación del Rh**

**Reacciones falsas positivas** pueden deberse a:

- Uso inadvertido del reactivo incorrecto.
- Presencia de anticuerpos de otra especificidad (irregular) en el reactivo de fuente humana.
- Los glóbulos rojos poliaglutinables podrían aglutinarse con cualquier reactivo que contenga suero humano.
- Cuando se utilizan glóbulos rojos sin lavar, las autoaglutininas y las proteínas anormales del suero del paciente podrían provocar reacciones falsas positivas.
- Los reactivos podrían contaminarse con bacterias, sustancias extrañas u otros reactivos. La contaminación bacteriana podría no causar turbidez apreciable y por lo tanto no detectarse la contaminación dado que el índice de refracción de las bacterias es semejante al de los reactivos hiperprotéicos.

**Resultados falsos negativos** pueden deberse a:

- Uso inadvertido del reactivo equivocado.
- Ausencia de reactivo por omisión.
- Fracaso del reactivo específico en presencia de antígenos variantes.
- Los reactivos que contienen anticuerpos contra productos antigénicos Rh *cis* no reaccionan en forma detectable y confiable con los glóbulos rojos portadores de los antígenos pertinentes como productos génicos separados. Esto es más frecuente cuando se utilizan sueros anti-C.
- Los reactivos se usan de manera incorrecta porque no se cumplen las instrucciones del fabricante.

- Durante la resuspensión se sacudió el botón en forma muy brusca y los pequeños aglutinados se dispersaron.
- La contaminación, la conservación inapropiada o el vencimiento, deterioran la actividad de los anticuerpos. Los anticuerpos IgG químicamente modificados parecen ser muy susceptibles a la destrucción inducida por las enzimas proteolíticas producidas por algunas bacterias. (Monte, 1998).

## **VI. DISEÑO METODOLÓGICO**

Toda investigación se fundamenta en un diseño metodológico, el cual define el uso de método, técnicas, instrumentos estrategias y procedimientos a utilizar en el estudio que se está llevando a cabo, (Balestrini, 2006) define “como el conjunto de procedimientos lógicos, técnicos – operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados” (Balestrini, 2006) (p.129)

### **6.1. Tipo de investigación.**

Se realizó un estudio **descriptivo de corte transversal**, ya que se conocerán los vínculos estructurales y funcionales y las características clasificatorias de objeto social estudiado; además que las variables se estudian en un determinado momento.

Esta investigación se llevó a cabo en todos los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional en el período de enero a junio del año 2019.

### **6.2. Método**

Esta investigación se realizó bajo el **método del análisis**; permitiendo al investigador conocer la realidad, pues un hecho o fenómeno no puede aceptarse como verdad si no se ha conocido como tal; (Barrantes, 2000) afirma que: “el conocimiento de la realidad puede obtenerse a partir de las partes que conforman el todo (análisis) o como resultado de ir aumentando el conocimiento de la realidad”. (p. 34)

### **6.3. Técnicas e instrumentos**

Para realizar este estudio se hizo uso del:

Análisis documental: cada información encontrada en este estudio fue tomada de diferentes fuentes como: monografías realizadas por estudiantes del departamento de Bioanálisis clínico, libros digitales, información de la internet, etc... (Rojas, 2005) afirma: “Es un conjunto de operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original, con la finalidad de posibilitar su recuperación posterior e identificada”. (p. 48)



Recopilación de datos en el Banco de Sangre: los datos de los donantes analizados en este estudio monográfico se tomaron de la base de información (Edelphyn) de la Institución Banco de sangre Nacional, en un período de 6 meses.

#### **6.4. Población o Universo**

La población que constituye el universo de este estudio son 45,268 donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el semestre comprendido entre enero a junio del año corriente. (Pardinas, 1979) expresa: “Es el conjunto de individuos u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación, totalidad de individuos o elementos en los cuales puede presentarse determinada característica susceptible de ser estudiada” (p. 8)

#### **6.5. Muestra**

La muestra corresponde al total de personas que asistieron al Banco de Sangre Nacional durante el período de enero a junio del año 2019, la cantidad es obtenida luego de constantes visitas a dicho establecimiento y solicitar el permiso para extraer los datos del programa Edelphyn de la institución (Banco de Sangre Nacional), que contenía el número exacto de los donantes registrados en los bancos de sangre de los diferentes departamentos en donde se encuentran los 5 Centros de Donación del país, “Managua 29,694; Estelí 3,820; Juigalpa 1,399; León 6,067; Matagalpa 4,288; siendo en total 45,268 donantes, (Hernandez et al, 2008) expone: “la muestra es un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia”(p. 562).

#### **6.6. Procesamiento de la información obtenida.**

En el análisis completo de esta investigación después de haberla obtenido del programa Edelphyn de la institución (Banco de Sangre Nacional), se hizo uso de dos procedimientos fundamentales: las tablas de frecuencia que se lograron después de haber editado los resultados en el programa Microsoft Office Word 2016 para el levantado de texto y Microsoft Excel 2016 para la realización de las gráficas presentes en los resultados y los porcentajes que se obtuvieron conforme a las variables descritas (frecuencia según sistema sanguíneo y factor Rh, por cada centro de donacion, y según el sexo), y dividiendo el total de donantes por cada 100.

## 6.7. Operacionalización de variables

Variables	Sub variable	Indicadores	Valores	Criterios
<b>Sistema ABO</b>	<b>A</b>	Presencia Ausencia	Si No	----- ---
	<b>B</b>	Presencia Ausencia	Si No	----- ---
	<b>O</b>	Presencia Ausencia	Si No	----- ---
	<b>AB</b>	Presencia Ausencia	Si No	----- ---
<b>Sistema Rhesus (D)</b>	Rh Positivo	Presencia de Ag (D)	Si	-----
	Rh negativo	Ausencia de Ag (D)	No	-----
<b>Frecuencia ABO y Rhesus a nivel del país</b>	❖ O Rh (+).	Presencia Ausencia	Sí No	----- ---
	❖ O Rh (-).			
	❖ A Rh (+).			
	❖ A Rh (-).			
	❖ B Rh (+).			
	❖ B Rh (-).			
	❖ AB Rh (+).			
	❖ AB Rh (-).			
<b>Distribución de grupos sanguíneos ABO y Rhesus (D) en donantes a nivel nacional</b>	Sexo	Femenino Masculino	✓ O Rh (+).	----- --
			✓ O Rh (-).	
			✓ A Rh (+).	
			✓ A Rh (-).	
			✓ B Rh (+).	
			✓ B Rh (-).	
			✓ AB Rh (+).	
			✓ AB Rh (-).	

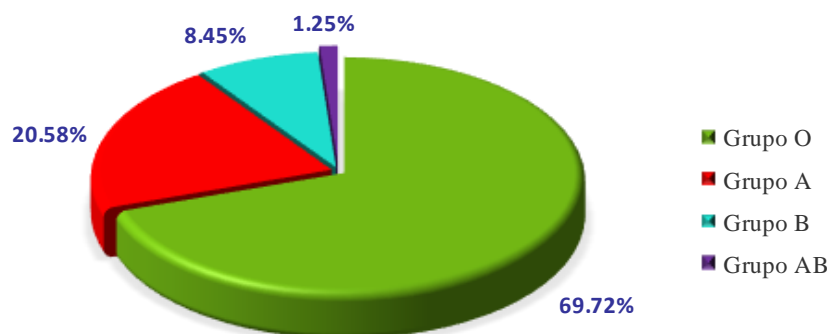
## VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la presente investigación se reflejan los resultados obtenidos en el Banco de Sangre Nacional de Managua sobre la frecuencia de los grupos sanguíneos del sistema ABO y sistema Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional en el período comprendido entre enero a junio del año 2019.

### Resultados según Sistema ABO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el análisis estadístico, según sistema de grupos ABO, los que se presentan en el gráfico número 1, estos datos son a nivel nacional, ya que provienen de 45,268 donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional y sus centros en los departamentos, durante el período del estudio.

**Gráfica N°1: Frecuencia según Sistema ABO en donantes del Banco de Sangre Nacional enero-junio 2019.**



**Fuente:** Estadística de Banco de Sangre Nacional

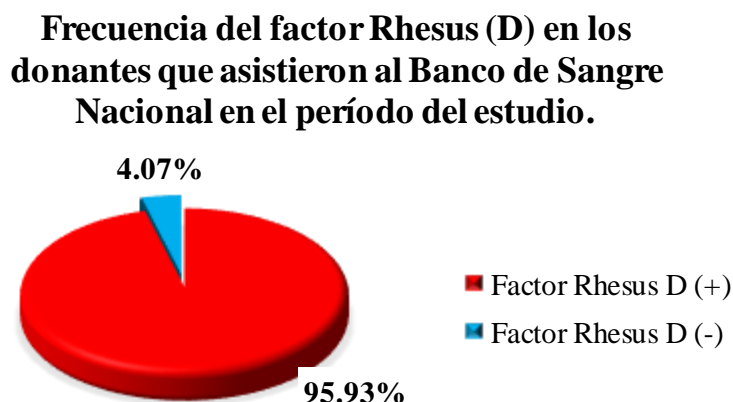
Los resultados de la gráfica 1, presenta la frecuencia de grupos sanguíneos obtenida en los donantes que acudieron al Banco de Sangre Nacional y Centros de donación, para ejercer esta importante labor humanista, en cada uno de los 5 departamentos de Nicaragua, donde, en los 6 meses analizados 31,563 nicaraguenses son del grupo O predominando con un 69.72%, seguido del grupo sanguíneo A con 9,312 donaciones obteniendo el 20.58%, el grupo B obtuvo el 8.45%

con 3,826 donaciones y el grupo AB obtuvo el 1.25% con 567 donaciones. La presencia de estos grupos sanguíneos se debe a que Nicaragua fue colonizada por los españoles, siendo esta la causa de que el grupo A y el grupo B tengan cierto porcentaje en la frecuencia sanguínea en Nicaragua, pero esto deduce también que al llegar este antígeno con estos colonizadores hubo mezcla pero no fue completa ya que los indígenas existentes en la región no permitieron una mezcla de raza completa y mantuvieron su código genético del grupo O, por ello se ve más alto el porcentaje de los eritrocitos con ausencia de los antígenos A y B, caracterizándose entonces como grupos sanguíneo O.

### **Resultados según Sistema Rhesus (D)**

Al analizar los resultados sobre la frecuencia del factor Rh en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional en el período del estudio, los resultados obtenidos se muestran en la gráfica número 2.

**Gráfica N° 2: Frecuencia según Factor Rhesus (D) en los donantes del Banco de Sangre Nacional, enero – junio 2019.**



**Fuente:** Estadística de Banco de Sangre Nacional

Observando los resultados, se evidencia que el factor Rh positivo es más frecuente con un 95.93% correspondiente a 43,426 donantes tener este sistema en la membrana de sus globulos

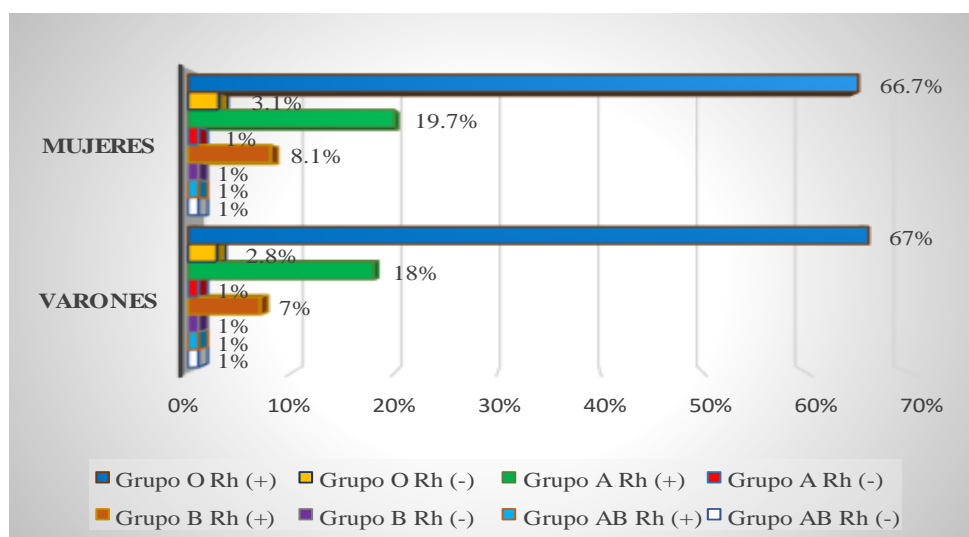
rojos y el factor Rh negativo con 4.07% solo se presenta en 1,842 donantes que donaron en este período analizados.

En los departamentos también se ve la diferencia ya que Managua es el lugar donde más se dona y por tanto se ve más este sistema sanguíneo. Managua presenta un 65.80% de este factor Rh Positivo, seguido de León con el 13.62%, Estelí presenta el 8.63% comparado con Matagalpa que tiene el 8.20%, pero el departamento que menos presencia de este sistema sanguíneo presenta es Juigalpa con un 3.75%, esto es debido a que el establecimiento se inauguró en el 2009 y las campañas de donaciones promoviendo su importancia casi no se hacen debido a la contextura del lugar y a sus pobladores que mantienen presente los mitos y leyendas acerca de lo importante que es donar sangre.

### Resultados del Sistema ABO y Sistema Rh según Sexo

Al analizar la frecuencia de grupos sanguíneos del Sistema ABO y sistema Rhesus (D) de los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, en el período del estudio, los resultados que se obtuvieron al ser analizados por sexo demuestran que el sexo masculino tiene registrados 24,270 donantes equivalente a 53.6% siendo el de mayor porcentaje comparado con las mujeres que es de 20,998 correspondiendo a 46.4%.

**Gráfico N°3: Frecuencia de donantes según sexo**



**Fuente:** Estadística del Banco de Sangre Nacional.

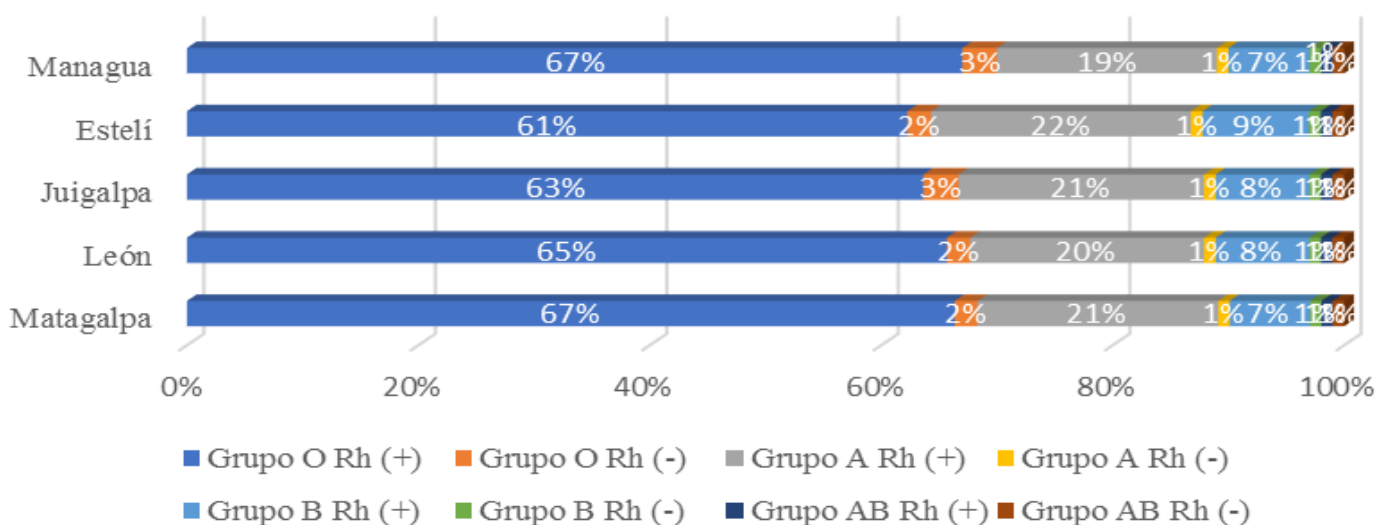
De los valores obtenido por sexo en la frecuencia de grupo sanguíneos el grupo más predominante es el grupo O Rh (+) del sexo masculino con el 66.80% (16,212 varones donantes) y el femenino con un 66.78% (14,022 mujeres donantes) y el grupo de menos frecuencia es el grupo AB Rh (-) del sexo masculino con 0.07% (16 varones donantes) y el sexo femenino con 0.06% (12 mujeres donantes). El hecho de que sean varones lo que se decidan por donar y no las mujeres es debido a que las mujeres pasan por un proceso ovulatorio fisiológico lo que hace que muchas de ellas no se sientan en posibilidades de donar o entren en pánico creyendo que la acción donativa afectará su salud en esos días; en cambio los varones no presentan este tipo de procesos fisiológicos

### **Resultados del sistema ABO y sistema Rhesus (D) según el departamento donde hay Centros de Donación**

Uno de los objetivos de esta investigación fue analizar en cada Centro de Donación la frecuencia de grupo sanguíneo del sistema ABO y sistema Rhesus (D) de los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional en el período del estudio, en donde los resultados que se obtuvo se muestran en la tabla número 4.

**Gráfico 4: Frecuencia de grupo sanguíneo según el departamento**

#### Frecuencia de fenotipos en donantes del Banco de Sangre en cada Centro de Donación, enero - junio 2019



**Tabla 1:**

**Tabla 1(a):** Frecuencia de grupo sanguíneo según el departamento

Grupo sanguíneo y Rh	Managua		Estelí		Juigalpa	
	F	%	F	%	F	%
Grupo O Rh (+)	20,135	67.80%	2,366	61.93%	889	63.54%
Grupo O Rh (-)	895	3.02%	107	2.80%	53	3.8%
Grupo A Rh (+)	5,656	19.05%	875	22.90%	298	21.30%
Grupo A Rh (-)	209	0.70%	37	0.97%	14	1%
Grupo B Rh (+)	2,355	7.93%	371	9.71%	123	8.8%
Grupo B Rh (-)	91	0.31%	12	0.31%	1	0.07%
Grupo AB Rh (+)	336	1.14%	49	1.3%	20	1.42%
Grupo AB Rh (-)	17	0.05%	3	0.08%	1	0.07%
<b>Total, general</b>	<b>29,694</b>	<b>100%</b>	<b>3,820</b>	<b>100%</b>	<b>1,399</b>	<b>100%</b>

**Tabla 1(b):** Frecuencia de grupo sanguíneo según el departamento

Grupo sanguíneo y Rh	León		Matagalpa		Total, donantes	
	F	%	F	%	Total	%
Grupo O Rh (+)	3,964	65.33%	2,880	67.2%	30,234	67%
Grupo O Rh (-)	173	2.9%	101	2.4%	1,329	2.9%
Grupo A Rh (+)	1,232	20.30%	904	21.08%	8,965	19.8%
Grupo A Rh (-)	50	0.82%	37	1%	347	0.7%
Grupo B Rh (+)	536	8.8%	303	7%	3,688	8.14%
Grupo B Rh (-)	22	0.36%	12	0.3%	138	0.30%
Grupo AB Rh (+)	84	1.4%	50	1%	539	1.1%
Grupo AB Rh (-)	6	0.09%	1	0.02%	28	0.06%
<b>Total, general</b>	<b>6,067</b>	<b>100%</b>	<b>4,288</b>	<b>100%</b>	<b>45,268</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Estadística del Banco de Sangre Nacional

Conocer la frecuencia de fenotipos sanguíneos es de gran utilidad para el país y las instituciones que tienen que ver con la Medicina transfusional en Nicaragua, porque permite contar con estadísticas de los grupos sanguíneos ABO y Rh, que proveen datos para los programas que desarrolla el MINSA y las instituciones privadas en materia de transfusiones sanguíneas. Se evidencia que el Banco de sangre en Managua fue el que obtuvo el mayor porcentaje en los 8 grupos de frecuencia sanguínea que han sido destacados y analizados en un período de 6 meses, y el Centro de donación en Juigalpa es el que presenta el menor porcentaje.

En este predominio de frecuencia de fenotipo Managua obtiene un mayor porcentaje dada las condiciones que es la capital donde se encuentra el Centro Nacional de sangre lo que hace más accesible a la población poder donar sangre, ya sea en la institución, buses de donación, etc. que

visitan los diferentes barrios de la capital, universidades y las diferentes campañas para concientizar a la población a donar sangre; mientras que en Juigalpa las formas de incentivación hacia la donación no es de gran eficacia ya que los habitantes de este departamento están concentrados en las zonas rurales. También hay gran posibilidad que por tal razón las personas tengan mitos y leyendas hacia este tipo de acciones como lo son las donaciones sanguíneas.



## **VIII. CONCLUSIONES**

❖ La frecuencia de fenotipos de grupos sanguíneos;

✓ Según sistema ABO en donantes del Banco de Sangre Nacional fueron:

Grupo sanguíneo A: 9,312 donaciones (20.58%)

Grupo sanguíneo B: 3,826 donaciones (8.45%)

Grupo sanguíneo AB: 567 donaciones (1.25%)

Grupo sanguíneo O: 31,563 donaciones (69.72%)

✓ Según sistema Rhesus (D):

El factor Rh positivo predominó con un 95.93% (43,426 donantes) y el factor Rh negativo solo se presentó con 4.07% (1,842 donantes).

❖ La frecuencia de los sistemas ABO y Rh según el sexo de la población: grupo O Rh positivo % del sexo masculino con 66.80% (16,212 donantes) y el femenino con 66.78% (14,022 donantes) y el de menos frecuencia, grupo AB Rh (-) del sexo masculino con 0.07% (16 donantes) y el sexo femenino con 0.06% (12 donantes).

❖ Al analizarlo por Centro de Donación, Managua fue el que obtuvo la mayor frecuencia sanguínea, seguido de León, Matagalpa y Estelí y Juigalpa.

## **IX. RECOMENDACIONES**

### **❖ A las autoridades del POLISAL UNAN managua**

- Concientizar a la población estudiantil sobre la importancia de la donación y tipificación sanguínea para lograr un mayor volumen de donantes.
- Fomentar estos tipos de estudios estadísticos para que haya en la universidad una información actualizada sobre la distribución de fenotipos del sistema ABO y Rhesus (D).
- Mantener información acerca de la distribución de fenotipo del sistema ABO y Rhesus (D) para ayudar a otros estudiantes a realizar sus investigaciones

### **❖ A los estudiantes**

- Motivar a otros compañeros que sigan realizando estudios de investigación sobre la distribución de fenotipos del sistema ABO y Rhesus (D) y así puedan contribuir con la universidad para actualizar la información anualmente.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AAHI. (2007). Managua.

ABO. (2012). blood bank. Obtenido de Obtenido de <http://bloodbanksandbeyond.wordpress.com/sistema-abo/16>

Baia, F. M.-D. (2013). simple approach to confirm the presence of anti-D, in sera with presumed anti-D+C specificity. .

Balestrini, M. (2006). En Como se elabora el proyecto de investigacion: formulativos, exploratorios, descriptivos, diagnosticos, evaluativos, formulando hipotesis causales, experimentales y los proyectos factiles. Caracas: Consultores asociados: 7º Edición en primera imprenta.

Barberena, L. F. (2014). Aplicacion de los diagnosticos en inmunohematologia en Banco de sangre. . Managua - Nicaragua : La prensa.

Barrantes, R. (2000). En Investigación: un camino al conocimiento, un enfoque cuantitativo y cualitativo. Costa Rica: 2º Edición EUNED.

Brehilh, J. (1985). Investigación de la salud en la sociedad, guía pedadógica sobre un nuevo enfoque epidemiológico. . Bolivia: Edición de la fundacion salud y sociedad.

Campos, A. (1982). Metodo, Plan y Proyecto en la investigación social. . CSUSA.

Chou, S. T. (2010). En The Rh and RhAG, blood group systems. Immunohematology,. Barcelona España.

Davila, N. M. (2013). Inmunohematologia basica con sistema de grupos sanguineos. Managua: La Prensa.

Eduardo Muñiz Diaz, N. M. (s.f.).

Eduardo Muñiz Diaz, N. N. (2014). Sistema Rh. En Inmunología Basica y clinica (págs. pag 123 - 156). Santiago de Chile - Colombia: 1º Edición.

Espinosa. (1983). Revisión de literatura Revista Médica Hondureña. Obtenido de <http://www.bvs.hn/RMH/Pdf/Volumen-51-1983-6-Pdf>

G, S. (1983). Grupos sanguíneos ABO y Rh . Honduras : Médica de Honduras.

García, C. A. (2009). Sistema de grupos sanguíneos en Centro América. Colombia: Médica colombiana.

genético, M. (2012). Obtenido de <http://elmundoge.blogspot.com>

Gómez, A. J. (2004). Importancia de grupos sanguíneos . La prensa - León , (págs 25 - 26).

Grispan, S. (1983). En grupos sanguíneos ABO Y Rh. Honduras: Revista Médica.

Guzmán. (2006). Biblioteca Digital. Obtenido de <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/500/1/TN939.pdf>

Kerlinger. (1988). En investigación: un camino hacia el conocimiento .

Landsteiner, K. W. (2014). Estudios sobre la aglutinación (Rh) del sistema anti - Rhesus con los reactivos de la sangre humana. En A. Cortéz, Inmunohematología básica y aplicada (págs. pag 123-156). Santiago de Cali - Colombia : 1ª Edición.

Marlon Carrillo, R. J. (2015). Frecuencia de fenotipos del sistema ABO y Rh en estudiantes del polisal UNAN-Managua. Managua - Nicaragua: La Prensa.

Mendoza, S. (2013). En frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rhesus.

Miranda. (2014). En frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rhesus en personas que asistieron al Hospital Regional Asunción Juigalpa - Chontales .

Monte, M. D. (1998). Organización mundial de la salud, sangre y componentes seguros. Ginebra: 1ª Edición WHO.

Mora, M. V. (2002). Frecuencia de grupos sanguíneos ABO en estudiantes universitarios de UNAM - México. México: Revista Médica 2.

MS, B. H. (1974). Sistema ABO y Rhesus. En Incidence of "Bombay"(Oh) phenotype and weaker variants of A and B antigen in Bombay. India .

- Narváez, M. D. (2016). Manual técnico de inmunohematología . UNAN Managua la prensa.
- Nicaragua, A. N. (2000). Ley sobre seguridad transfusional . Obtenido de Obtenido de [http://legislacion.asamblea.bog.ni/normaweb.nsf/\(\\$A11\)/8A93698F1D1F6FBA062570A10058039E?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.bog.ni/normaweb.nsf/($A11)/8A93698F1D1F6FBA062570A10058039E?OpenDocument)
- Pardinas, F. (1979). Metodologías y técnicas de investigación en ciencias sociales. México: Editores siglo veintiuno.
- Pertl, B. P. (2000). Adinolfi, M. RhD genotyping by quantitative fluorescent polymerase chain reaction: a new approach. .
- Pineda. (2008). En programa nacional de sangre de la Cruz Roja.
- Reid, M. L. (2012). En The Blood Group Antigen Facts Book. Third. ed. Facts Book Series. Elsevier.
- Rodriguez, H. M. (2013). En el banco de sangre y en la medicina transfusional. México: Médica panamericana.
- Rojas, R. (2005). En un camino hacia el conocimiento.
- Rowley SD., L. P. (2000). Transplantation of ABO - incompatible bone marrow and peripheral blood stem cell components bone marrow transplant.
- Sistema Rh. (2012). Obtenido de Obtenido de <https://bloodbanksandbeyond.wordpress.com/sistema-rh/>
- Torreblanca, A. J. (2002). Sistema Rhesus en grupos sanguíneos.
- Tortora, F. (2004). Introducción a la microbiología. Novena Edición Editorial.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

**Tablas de frecuencia de fenotipo de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional, durante el semestre comprendido entre enero a junio del año 2019.**

**TABLA 1:** Frecuencia de grupos sanguíneos del sistema ABO de los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional en el período del estudio.

<b>Grupo sanguíneo</b>	<b>% de donantes</b>	
Grupo <b>O</b>	31,563	69.72%
Grupo <b>A</b>	9,312	20.58%
Grupo <b>B</b>	3,826	8.45%
Grupo <b>AB</b>	567	1.25%
<b>Total</b>	<b>45,268</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Estadística del Banco de Sangre Nacional.*

**TABLA 2**

**Tabla 2(a):** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh positivo analizados por cada grupo sanguíneo de los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional.

<i>Departamento</i>	<b>Grupo A Rh (+)</b>		<b>Grupo B Rh (+)</b>		<b>Grupo O Rh (+)</b>		<b>Grupo AB Rh (+)</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>T</b>	<b>%</b>
<i>Managua</i>	5,656	63.09%	2,355	63.85%	20,135	66.60%	336	62.34%	<b>28,482</b>	65.59%
<i>Estelí</i>	875	9.76%	371	10.06%	2,366	7.83%	49	9.09%	<b>3,661</b>	8.43%
<i>León</i>	1,232	13.74%	536	14.53%	3,964	13.11%	84	15.58%	<b>5,816</b>	13.40%
<i>Juigalpa</i>	298	3.32%	123	3.33%	889	2.94%	20	3.71%	<b>1,330</b>	3.06%
<i>Matagalpa</i>	904	10.08%	303	8.22%	2,880	9.53%	50	9.28%	<b>4,137</b>	9.53%
<b>Total</b>	<b>8,965</b>	<b>100%</b>	<b>3,688</b>	<b>100%</b>	<b>30,234</b>	<b>100%</b>	<b>539</b>	<b>100%</b>	<b>43,426</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Estadística del Banco de Sangre Nacional.



**Tabla 2(b):** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh negativo analizados por cada grupo sanguíneo de los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional.

<i>Departamento</i>	<b>Grupo A Rh (-)</b>		<b>Grupo B Rh (-)</b>		<b>Grupo O Rh (-)</b>		<b>Grupo AB Rh (-)</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>T</b>	<b>%</b>
<b><i>Managua</i></b>	209	60.23%	91	65.94%	895	67.34%	17	60.71%	<b>1,212</b>	65.80%
<b><i>Estelí</i></b>	37	10.66%	12	8.70%	107	8.05%	3	10.71%	<b>159</b>	8.63%
<b><i>León</i></b>	50	14.41%	22	15.94%	173	13.02%	6	21.43%	<b>251</b>	13.62%
<b><i>Juigalpa</i></b>	14	4.03%	1	0.72%	53	3.99%	1	3.57%	<b>69</b>	3.75%
<b><i>Matagalpa</i></b>	37	10.66%	12	8.70%	101	7.60%	1	3.57%	<b>151</b>	8.20%
<b><i>Total</i></b>	<b>347</b>	<b>100%</b>	<b>138</b>	<b>100%</b>	<b>1,329</b>	<b>100%</b>	<b>28</b>	<b>100%</b>	<b>1,842</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Estadística del Banco de Sangre Nacional.*

**TABLA 3**

**Tabla 3 (a):** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh analizados por sexo en los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional.

**VARONES**

<i>Grupo y Rh</i>	<b>Managua</b>		<b>Estelí</b>		<b>León</b>		<b>Juigalpa</b>		<b>Matagalpa</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>T</b>	<b>%</b>
<i>Grupo A Rh (+)</i>	3004	19.1%	494	22%	744	20.6%	125	21%	456	21%	<b>4,823</b>	19.8%
<i>Grupo B Rh (+)</i>	1266	8.06%	203	9%	314	8.69%	57	10%	145	7%	<b>1,985</b>	8.2%
<i>Grupo O Rh (+)</i>	10,590	67.5%	1423	64%	2361	65%	366	63%	1472	68%	<b>16,212</b>	66.8%
<i>Grupo AB Rh (+)</i>	189	1.2%	25	1.1%	54	1.5%	9	1.5%	20	1%	<b>297</b>	1.23%
<i>Grupo A Rh (-)</i>	120	0.77%	15	0.7%	30	0.83%	8	1.4%	15	0.7%	<b>188</b>	0.8%
<i>Grupo B Rh (-)</i>	50	0.31%	3	0.1%	12	0.3%	0	0%	6	0.3%	<b>71</b>	0.3%
<i>Grupo O Rh (-)</i>	463	3%	60	3%	93	3%	18	3%	44	2%	<b>678</b>	2.8%
<i>Grupo AB Rh (-)</i>	9	0.06%	3	0.1%	3	0.08%	1	0.1%	0	0%	<b>16</b>	0.07%
<i>Total, general</i>	<b>15,691</b>	<b>100%</b>	<b>2226</b>	<b>100%</b>	<b>3611</b>	<b>100%</b>	<b>584</b>	<b>100%</b>	<b>2158</b>	<b>100%</b>	<b>24,270</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Estadística del Banco de Sangre Nacional.

**Tabla 3 (b):** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh analizados por sexo en los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional.

**MUJERES**

<i>Grupo y Rh</i>	<b>Managua</b>		<b>Estelí</b>		<b>León</b>		<b>Juigalpa</b>		<b>Matagalpa</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>T</b>	<b>%</b>
<b>Grupo A Rh (+)</b>	2652	19.0%	381	24%	488	19%	173	21.3%	448	21%	<b>4,142</b>	19.73%
<b>Grupo B Rh (+)</b>	1089	7.8%	168	10.5%	222	9.01%	66	8.1%	158	7.5%	<b>1,703</b>	8.11%
<b>Grupo O Rh (+)</b>	9545	68.1%	943	59.1%	1603	66%	523	64.1%	1408	66%	<b>14,022</b>	66.78%
<b>Grupo AB Rh (+)</b>	147	1.0%	24	1.5%	30	1.23%	11	1.34%	30	1.5%	<b>242</b>	1.15%
<b>Grupo A Rh (-)</b>	89	0.64%	22	1.4%	20	0.84%	6	0.74%	22	1.0%	<b>159</b>	0.76%
<b>Grupo B Rh (-)</b>	41	0.30%	9	0.56%	10	0.50%	1	0.12%	6	0.26%	<b>67</b>	0.32%
<b>Grupo O Rh (-)</b>	432	3.1%	47	2.94%	80	3.3%	35	4.3%	57	2.7%	<b>651</b>	3.10%
<b>Grupo AB Rh (-)</b>	8	0.06%	0	0%	3	0.12%	0	0%	1	0.04%	<b>12</b>	0.06%
<b>Total general</b>	<b>14,003</b>	<b>100</b>	<b>1594</b>	<b>100</b>	<b>2456</b>	<b>100</b>	<b>815</b>	<b>100</b>	<b>2130</b>	<b>100</b>	<b>20,998</b>	<b>100%</b>

Fuente: Estadística del Banco de Sangre Nacional.

**TABLA 4:** Frecuencia de grupos sanguíneos ABO y Rh de los donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional analizados por cada Centro De Donación.

Grupo y Rh	Managua		Estelí		Juigalpa		León		Matagalpa		Total, donantes	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	T	%
<i>Grupo A Rh (+)</i>	5,656	19.05%	875	22.90%	298	21.30%	1232	20.30%	904	21.08%	<b>8,965</b>	19.8%
<i>Grupo B Rh (+)</i>	2,355	7.93%	371	9.71%	123	8.8%	536	8.8%	303	7%	<b>3,688</b>	8.14%
<i>Grupo O Rh (+)</i>	20135	67.80%	2366	61.93%	889	63.54%	3964	65.33%	2880	67.2%	<b>30,234</b>	67%
<i>Grupo AB Rh (+)</i>	336	1.14%	49	1.3%	20	1.42%	84	1.4%	50	1%	<b>539</b>	1.1%
<i>Grupo A Rh (-)</i>	209	0.70%	37	0.97%	14	1%	50	0.82%	37	1%	<b>347</b>	0.7%
<i>Grupo B Rh (-)</i>	91	0.31%	12	0.31%	1	0.07%	22	0.36%	12	0.3%	<b>138</b>	0.30%
<i>Grupo O Rh (-)</i>	895	3.02%	107	2.80%	53	3.8%	173	2.9%	101	2.4%	<b>1,329</b>	2.9%
<i>Grupo AB Rh (-)</i>	17	0.05%	3	0.08%	1	0.07%	6	0.09%	1	0.02%	<b>28</b>	0.06%
<i>Total, general</i>	<b>29,694</b>	<b>100%</b>	<b>3820</b>	<b>100%</b>	<b>1399</b>	<b>100%</b>	<b>6067</b>	<b>100%</b>	<b>4288</b>	<b>100%</b>	<b>45,268</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Estadística del Banco de Sangre Nacional.*

## ANEXO 2

### FIGURAS

**Figura 1:** Imagen representativa del área de estudio, donde se recolectó la información, el Banco de Sangre Nacional.



**Fuente:** tomado desde las instalaciones del Banco de Sangre Nacional.

**Figura 2:** Imagen que representa las visitas del grupo de Investigación al Banco de Sangre Nacional.



**Fuente:** Instalaciones del Banco de Sangre Nacional (Alumnas(os)).

**Figura 3:** Imagen que representa los genotipos posibles para cada fenotipo del sistema sanguíneo ABO

<b>SISTEMA ABO: Genotipos posibles para cada Fenotipo</b>			
<b>Grupo sanguíneo (fenotipos)</b>	<b>Genotipos posibles</b>	<b>Antígenos</b>	<b>Anticuerpos séricos frente a ABO</b>
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> O A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> O	A	Anti – B
B	BB BO	B	Anti – A
A <sub>1</sub> B A <sub>2</sub> B	A <sub>1</sub> B A <sub>2</sub> B	A y B	ninguno
O	OO	H	Anti – A y Anti – B

Fuente: <https://images.app.goo.gl/wQhPVac2WVbYsGQR7>



**Figura 4:** Imagen que representa la posible frecuencia a nivel mundial.



**Fuente:** <https://images.app.goo.gl/VtVhuf3B1GMGXjy8A>



**Figura 5:** Imagen que representa el grupo sanguíneo donador y el grupo sanguíneo receptor universales



**Fuente:** <https://images.app.goo.gl/VtVhuf3B1GMGXjy8A>

### **ANEXO 3**

**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBÉN DARÍO”  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE LA SALUD  
UNAN – MANAGUA**

**HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO INSTITUCIONAL PARA DETERMINAR LA  
FRECUENCIA DE FENOTIPOS DE GRUPOS SANGUÍNEOS DEL SISTEMA ABO Y RH.**

Se está realizando investigación denominada “Frecuencia de fenotipos de grupos sanguíneos del sistema ABO y Rhesus (D) en donantes que asistieron al Banco de Sangre Nacional durante el período comprendido entre enero a junio del año 2019”, de parte de los bachilleres: Cherling Judith García Rodríguez, Alexa Auxiliadora Marchena Solís y Fernando Javier Fonseca Campos; esta investigación pretende obtener información a fin que podamos recabar los datos de los donantes que asistieron en este período.

La investigación se llevará acabo con discreción y se realizará con el mayor sigilo sin dar a conocer los datos personales de los donantes, únicamente se utilizará para fines de investigación, los datos no serán revelados y se va a exponer únicamente en el Instituto Politécnico de la Salud “Luis Felipe Moncada” a fin de obtener un título profesional.

Se aclara que se va a dejar una copia del documento de investigación en la institución para que sea resguardado y dicha información sea utilizado para los fines que se estime conveniente.

Una vez informado de esta investigación declaro en forma voluntaria que he comprendido los objetivos de dicha investigación y estamos de acuerdo en dar permiso para que se realice este estudio en el Banco de Sangre; permitimos que se determine los fenotipos de estos sistemas ABO Y Rhesus (D), para obtener el título de Licenciatura en Bioanálisis clínico a los bachilleres en mención.

Estamos de acuerdo con los elementos que han sido expuestos en este consentimiento y como Institución autorizamos que se puede acceder a la base de datos.

En carácter de Director del Banco de Sangre autorizo la utilización de la información estadística y que sea manejada con sigilo profesional.

  
Dr. René Berrios Cruz  
Director Banco de Sangre Nacional

**Banco De Sangre**  
DIRECCIÓN GENERAL  
Managua, Nic.

## GLOSARIO

### A

**Antisuero:** Suero que contiene anticuerpos específicos frente a un determinado antígeno.

**Autosómico codominante:** Es un modelo hereditario no mendeliano en donde el estado heterocigoto no hay gen recesivo si no que ambos se comportan como dominante.

**Autosómico recesivo:** Describe a uno de los patrones de herencias clásicas o mendelianas y se caracteriza por no presentar el fenómeno de dominancia genética.

**Antígenos ABH:** Productos de la interacción de 2 sistemas genéticos, Hh y ABO, están sujetos a leyes de herencia y pueden estar localizados no sólo en los eritrocitos, sino también en la mayoría de las células humanas.

**Aglutininas:** Son globulinas de tipo gamma (gammaglobulinas), producidas por las mismas células que producen los anticuerpos frente a antígenos extraños. La mayor parte de las aglutininas son moléculas de inmunoglobulina de tipo IgM e IgG.

**Anticuerpo:** Sustancia segregada por los linfocitos de la sangre para combatir una infección de virus o bacterias que afecta al organismo.

**Antígeno:** Cualquier sustancia reconocida por el organismo como extraña, que estimula una respuesta inmune.

**Alelo:** Es cada uno de los dos genes localizados en el mismo lugar de un par de cromosomas homólogos y que determinan un mismo carácter.

**Aglutinación:** Es un agregado de células o partículas debido a una formación entrelazada; un agrupamiento en pequeños cúmulos de cuerpos formes (microbios, hematíes) portadores de un antígeno y en suspensión en un líquido originado cuando se introduce el anticuerpo correspondiente en el líquido.

**Autoanticuerpo:** Es un anticuerpo desarrollado por el sistema inmunitario que actúa directamente en contra de uno o más antígenos del propio individuo.



**Células diploides:** son aquellas que contienen el doble del número normal de cromosomas (46), es decir tienen dos juegos de cromosomas. Estos provienen de un género masculino y otro femenino, por lo tanto tienen el material genético completo.

**Concomitante:** Que aparece o actúa conjuntamente con otra cosa.

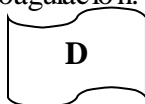
**Compatibilidad:** Tolerancia del sistema defensivo del organismo a la presencia de una materia extraña. Grado de identidad entre el donante y el receptor.

**Codominancia:** Es una relación entre dos versiones de un mismo gen. Los individuos reciben una versión de un gen, llamada alelo, de cada progenitor.

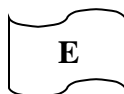
**Ceramidas:** Son una familia de lípidos. Una ceramida se compone de un ácido graso unido mediante un enlace amida a una esfingosina, un alcohol insaturado de 18 carbonos

**Cromosoma:** Nombre dado a los bastoncillos que aparecen en el núcleo de la célula en vías de división y que resultan de la segmentación de la red sobre la cual estaba concentrada la cromatina. Su forma varía según la fase de la meiosis.

**Coagulación intravascular diseminada (CID):** Consiste en la generación excesiva y anormal de trombina y fibrina en la sangre circulante. Durante el proceso, hay aumento de la agregación plaquetaria y del consumo de factores de coagulación.

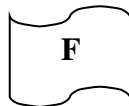


**Discrepancia:** Controversia a disputa, diferencia de opinión existente entre las partes activas sobre un asunto



**Enfermedad Hemolítica del Recién Nacido (EHRN, EHFEM o Eritroblastosis fetal):** Es un trastorno sanguíneo en la que una madre Rh (-) produce anticuerpos durante el embarazo que atacan los glóbulos rojos de su propio feto que presenta antígenos Rh (+).

**Enzimas:** Son moléculas orgánicas que actúan como catalizadores de reacciones químicas, es decir, aceleran la velocidad de reacción.

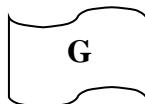


**Factor Rhesus (Rh):** Es una proteína heredada que se encuentra en la superficie de los glóbulos rojos.

**Fenótipo:** Conjunto de caracteres o manifestaciones visibles en el individuo como altura, color de piel, de los ojos, contextura que un individuo presenta como resultado de la interacción entre su genotipo y el medio.

**Fenótipo Bombay:** Es el nombre que recibe un tipo de sangre poco frecuente caracterizado por no presentar ninguno de los antígenos.

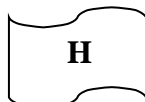
**Fucosa:** Es un monosacárido de seis carbonos con un grupo aldehído por lo que pertenece al grupo de las aldosas y dentro de este al de las desoxialdohexosas.



**Genes:** Son las unidades de almacenamiento de información genética, segmentos de ADN que contienen la información sobre como deben funcionar las células del organismo.

**Genoma:** Conjunto de genes y disposición de los mismos en la célula.

**Genótipo:** Se refiere a la información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN.



**Haplotipo:** La mitad del genótipo, es decir, del conjunto de los genes que tiene uno solo de los cromosomas de un par.

**Hemólisis:** Destrucción de la membrana eritrocitaria que libera el contenido. Resulta de la reacción entre un anticuerpo hemolítico y el antígeno eritrocitario correspondiente, en presencia de complemento.

**Hemolisis extravascular:** Los hematíes anormales son secuestrados en los capilares sinusoides del bazo e hígado y fagocitados por los macrófagos donde se los destruye.

**Heterocigoto:** Genotipo donde los dos alelos de un gen son diferentes, en cada cromosoma homólogo (Aa).

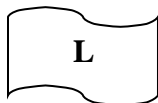
**Homocigoto:** Se refiere a la composición genética de una característica específica en un organismo diploide.



**Incompatibilidad:** Se basan en pequeñas sustancias (moléculas) en la superficie de las células sanguíneas. Cuando las personas que tienen un tipo de sangre reciben sangre de alguien con un tipo de sangre diferente, esto puede provocar una reacción del sistema inmunitario. A esto se le denomina incompatibilidad ABO.

**Ictericia:** Coloración amarillenta de la piel y las mucosas que se produce por un aumento de bilirrubina en la sangre como resultado de ciertos trastornos hepáticos.

**Inmune:** Es la cualidad de un individuo que le hace estar protegido frente a la acción patógena de microorganismos o sustancias extrañas.

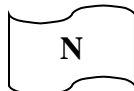


**Locus:** Es una posición fija en un cromosoma, que determina la posición de un gen o de un marcador.

**Lectina:** Son proteínas de semillas de dolichos biflorus que se unen a azúcares con elevadas especificidades.

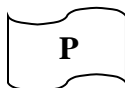


**Medicina transfusional:** Es la rama de la medicina que atiende todos los aspectos relacionados con la producción de sangre, hemoderivados y hemocomponentes, procesamiento in vivo e in vitro, así como la evaluación clínica de los pacientes y su tratamiento por medio de la transfusión y/o aféresis.



**Nucleótido:** Compuesto químico orgánico fundamental de los ácidos nucleicos, constituido por una base nitrogenada, un azúcar y una molécula de ácido fosfórico.

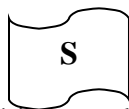




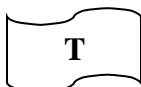
**Proteína:** Sustancia química que forma parte de la estructura de las membranas celulares y es el sustituyente esencial de las células vivas; sus funciones biológicas principales son la de actuar como biocatalizador del metabolismo y la de actuar como anticuerpo.

**Polimorfismo:** Diversidad de aspecto que, en algunas especies, presentan los individuos de una población en el mismo estadio de desarrollo.

**Plasma:** El plasma sanguíneo es la porción líquida de la sangre en la que están inmersos los elementos que la forman. Además de transportar las células de la sangre, también lleva los alimentos y las sustancias de desecho recogidas de las células.

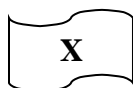


**Suero:** El suero sanguíneo o el suero hemático es el componente de la sangre resultante tras permitir la coagulación de ésta y eliminar el coágulo resultante. Es equivalente al plasma sanguíneo pero sin las proteínas involucradas en la coagulación (fibrinógeno en su mayor parte).



**Transfusión:** Operación que consiste en hacer pasar un líquido, en especial sangre, plasma, suero, etc., de un individuo donante a otro receptor.

**Transplante:** Acción que consiste en transplantar una parte de tejido u órgano.



**Xenotransplante:** Es el transplante de células, tejidos u órganos de una especie a otra, idealmente entre especies próximas para evitar rechazo, como de cerdos a humanos. Tales materiales se suelen llamar "xenoimplantes" o "xenotransplantes".