

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS

QUÍMICO-BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Predominio y Distribución de Grupos Sanguíneos de
Sistema ABO y Rh en las Comunidades de la Costa

Agrícola de Caborca Sonora.

The seal of the University of Sonora is a circular emblem. It features a central shield with a lamp of knowledge on the left and an open book on the right. Above the shield is a sun with rays. The shield is flanked by two olive branches. The text "UNIVERSIDAD DE SONORA" is written around the top inner edge of the seal, and "1942" is at the bottom. The words "TO MEMORIAS" and "DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIO SOCIAL COMUNITARIO" are overlaid on the seal.

MEMORIAS
DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIO SOCIAL
COMUNITARIO

Que para obtener el Título de:

QUÍMICO BIÓLOGO CLÍNICO

1942

EL SABER DE MIS HIJOS
Presenta:
HARÁ MI GRANDEZA

Manuel Edgardo Sotelo Pérez

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

FORMATO DE APROBACIÓN

Los miembros del jurado designado para realizar la memoria de la prestación de servicio social comunitario de Manuel Edgardo Sotelo Pérez la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el título de Químico Biólogo Clínico otorgado por la Universidad de Sonora, Unidad Regional Norte Campus Caborca.

Ramón Efraín Lugo Sepúlveda. M. C.
Presidente

Q.B.C. Ana Laura Villa Reyna.
Secretaria

M. C. Eligio Espinoza Ojeda
Vocal

AGRADECIMIENTOS

A mi madre que supo ser padre y madre a la vez, a mi familia por su ayuda, por su apoyo, por lo que lucharon por darme una buena educación, por el cariño, la amistad, el amor. Gracias.

A todas esas personas que en el transcurso de mi vida me han ayudado a superarme, a superar la pérdida de mi padre, siendo cada uno de ellos un padre más para mí, a todos ustedes que siempre han estado a mi lado, amigos, familia, gracias por confiar en mí, gracias por sus consejos, gracias por ser parte de mi vida.

A Dios porque con él encontré la paz que necesitaba, esa motivación diaria, porque me ha dado mucho y estoy muy agradecido, por esas personas que a puesto en mi camino y que me han guiado a ser una buena persona. Muchas Gracias.

A mi tata pancho que siempre ha sido y seguirá siendo un ejemplo de vida para mí, que aunque se adelantó en el camino siempre intento día a día ser lo bueno que él fue para hacerlo sentir, desde allá donde se encuentra, orgulloso de mí.

A mi tíochirris GRACIAS por todo tu apoyo, tu ayuda tus consejos, por exigirme, por darme una vida digna, por hacerte cargo de mí, de mi vida, gracias porque me diste escuela, porque tu tomaste las riendas cuando más lo ocupé, porque sé que siempre quisiste poder dar más de lo que hiciste, pero fue suficiente e incluso rebasaste ese límite, te lo agradezco mucho. Muchas Gracias.

A todos los maestros que día a día desde mi niñez se dedican a formar, a educar y a soñar, que cada generación de estudiantes sean profesionistas.

A mis maestros por los que este trabajo ha sido posible, gracias por su tiempo y su confianza, gracias por creer en mí, gracias maestro Lugo por esa

invitación al servicio social y por darme ésta oportunidad, gracias maestra Ana, maestro Eligio por su enseñanza, por la experiencia, por su trabajo.

Gracias a todo el personal de biblioteca por sus consejos su ayuda su motivación a seguir estudiando, su apoyo en mi investigación muchas gracias.

Muchas gracias a ti por todo el apoyo psicológico, moral espiritual, por tus bendiciones tu cariño, tu amor, por prestarme tu computadora y así facilitar mi trabajo, porque tú has sido mi más grande motivo. Muchas Gracias Eva Lucia.

Finalmente quiero expresar lo orgulloso que estoy de mi persona, porque he sido capaz de cumplir una meta, y aunque tengo mucho camino por recorrer, esto me motiva a no darme por vencido, a seguir adelante día a día, a seguir aprendiendo, a crecer como persona, como profesionista y de esa manera ser un orgullo para mi familia.

Muchas Gracias Dios los bendiga siempre.

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ABREVIATURAS	iv
OBJETIVOS	v
RESÚMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
1 KARL LANDSTEINER Y EL SISTEMA ABO.	3
1.1 Karl Landstainer.	3
1.2 Período Post-Landstainer	5
2 GRUPOS SANGUINEO.	8
2.1 Sistema ABO.	8
2.2 Componentes del grupo ABO.	13
2.3 Antígenos y Anticuerpos ABO.	14
2.4 Isoaglutininas.	19
3 SISTEMA Rh.	23
3.1 Generalidades del sistema Rh.	23
3.2 Componentes del sistema Rh.	24
3.3 Antígeno y Anticuerpos del sistema Rh.	28
4 IMPORTANCIA DEL SISTEMA ABO y Rh.	33
4.1 Transfusiones sanguíneas.	33
4.2 Compatibilidad de los grupos sanguíneos.	35
5 MATERIALES Y MÉTODOS.	40
5.1 Zona de investigación.	41
5.2 Actividades.	45
6 RESULTADOS.	48
7 CONCLUSIONES.	55
8 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.	56

9	ANEXOS.	60
9.1	Técnica recomendada para identificación de grupos sanguíneos.	60
9.2	Determinación del antígeno Du.	61
9.3	Brigadas de servicio social comunitario y su desempeño.	62
9.4	Banco de donadores.	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Principales sistemas antigénicos eritrocitarios.	11
Cuadro 2	Antígenos y anticuerpos del sistema ABO	18
Cuadro 3	Clasificación de los seres humanos en función de sus antígenos de grupo sanguíneo.	21
Cuadro 4	Compatibilidad sanguínea.	37
Cuadro 5	Porcentaje de incidencia de los grupos sanguíneos y Rh identificados.	51

ABREVIATURAS

°	Grados
C	Celsius
Ig	Inmunoglobulina
Ag	Antígeno
Ac	Anticuerpo
ATP	Adenosin Trifosfato
AI	Anticuerpos irregulares
mL	Mililitros
Kg	Kilogramos
g	Gramos
mm	Milímetros
Hg	Mercurio
dl	Decilitros
U	Unidad sanguínea
MEq	miliequivalente
H	Hora

OBJETIVOS

GENERALES

Establecer la distribución e identificación de grupos sanguíneos así como información de posibles donadores en las comunidades de la costa agrícola de Caborca Sonora.

ESPECÍFICOS

- Identificación de los diferentes grupos sanguíneos en infantes, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad en las comunidades de la costa agrícola de Caborca Sonora.
- Establecer la distribución de grupos sanguíneos en cada comunidad de la costa agrícola de Caborca Sonora.
- Establecer un banco de información de posibles donadores con grupo sanguíneo poco frecuente con el fin de combatir esta problemática actual.

RESÚMEN

Se practicó tipo sanguíneo y factor Rh a 557 habitantes voluntarios de la región agrícola de H. Caborca Sonora de un total de 14,356. Fueron convocados a través de líderes vecinales a quienes se les dio información del tipo de análisis que se harían. En su mayoría son trabajadores del campo, y los que están cerca de la costa, algunos se dedican a labores de pesca. El origen étnico es muy variado ya que según la temporada es el tipo de cultivo, diferentes grupos humanos de otras partes del país se encargan de la recolección y se regresan a sus lugares de origen. En general son de bajos ingresos económicos y su nivel cultural es mínimo. Al momento del muestreo se les hizo saber la importancia de los que se iba a hacer y de ahí saber si entre ellos había personas dispuestas a donar sangre en caso necesario. Además se tomó nota de los nombres, sexo y edad. La distribución de los tipos sanguíneos fue: tipo A Rh (+) 120 personas, o sea 21.54% de las 557 muestras totales, A Rh (-) 1 (0.17%), B Rh (+) 32 (5.74%), B Rh (-) 2 (0.35%), O Rh (+) 382 (68.58%), O Rh (-) 9 (1.61%), AB Rh (+) 10 (1.79%). De esta manera se observa mayor distribución en personas O Rh (+), mientras que en el caso de los grupos sanguíneos AB (-), no se logró la identificación en ninguno de los voluntarios analizados. Estos resultados son comparables con los obtenidos reportados en la bibliografía.

INTRODUCCIÓN

Karl Landsteiner descubrió el sistema ABO en 1900, que se distingue como uno de los sistemas de grupo sanguíneo más importantes de la medicina transfusional. El sistema consta de los antígenos A y B y sus correspondientes anticuerpos. Por lo tanto, el descubrimiento del sistema de grupo sanguíneo ABO dio lugar a las transfusiones de sangre seguras. Debido a su complejidad, el estudio del sistema ABO es causa de interés no sólo en la medicina transfusional, sino también en una gran variedad de campos científicos. Además de los cuatro grupos (A, B, AB, O), sabemos que existen más de una docena de subgrupos que presentan diferentes formas y grados de aglutinación. Además, los antígenos A y B se encuentran no sólo en los glóbulos rojos, sino también en la superficie de otros tipos de células y en las secreciones. La presencia de antígenos A y B en otras células además de en los glóbulos rojos hace hincapié en la importancia del grupo sanguíneo ABO no sólo en las transfusiones de sangre, sino también en otras células, en tejidos y en los trasplantes de órganos. Las propiedades de los antígenos A y B dan lugar a un sin fin de preguntas importantes sobre su papel no sólo en medicina sino también en muchos otros aspectos de la biología la química e incluso de la vida cotidiana. El simple hecho de que la frecuencia de cada grupo sanguíneo varíe entre las diferentes razas del mundo entero nos hace preguntarnos cosas tan interesantes sobre la relevancia del sistema del grupo sanguíneo ABO en los estudios de población, antropología y genética humana, por lo que, el sistema de grupo sanguíneo ABO también tiene importancia evolutiva al igual que en casos de pacientes que requieran injertos de tejido o transfusiones sanguíneas. La transfusión de sangre segura, concebida por Landsteiner y mejorada por muchos otros, principalmente inmunohematólogos, se han convertido en una práctica médica de rutina, se ha avanzado en el análisis

estructural y funcional de los genes ABO y de las transferasas A / B a nivel molecular, mas sin embargo hoy en dia existe una gran problemática cuando se habla de donadores sanguíneos.

La sangre constituye el medio de transporte del oxígeno y otras sustancias necesarias para el metabolismo celular. Algunos componentes ofrecen protección contra la invasión de organismos extraños. Otros preservan la integridad de los vasos sanguíneos sanos, limitan la pérdida de los vasos lesionados y mantienen la fluidez de la sangre. Actualmente es posible reponer cualquier componente sanguíneo mediante transfusiones. Sin embargo cuando se introduce cualquier material extraño en el organismo pueden producirse graves reacciones entre el tejido del donante y las defensas del receptor. Por lo que es importante comprender la constitución genética del individuo, la capacidad del organismo para reconocer antígenos extraños y producir anticuerpos contra ellos, y la naturaleza de los antígenos que se encuentran en las células sanguíneas. Se efectúan pruebas de laboratorios para asegurar que la sangre y sus hemoderivados sean estrictamente compatibles con el receptor y que los riesgos de la transfusión mediante procedimientos estandarizados se reduzcan hasta lo más mínimo

1.KARL LANDSTEINER Y EL SISTEMA ABO

1.1 KARL LANDSTEINER.

La primera transfusión humana con éxito fue probablemente la que realizó en 1667 Jean-Baptiste Denis. Administró sangre de carnero a una persona sin observar ninguna reacción postransfusional. Aparentemente ello le animó a inocular sangre de ternera a un joven de vida licenciosa para aplacar su estado de agitación, con un desenlace mortal. Aunque fue exonerado por los tribunales, la facultad de París prohibió las prácticas transfusionales.

La incompatibilidad sanguínea entre especies había sido ya puesta de manifiesto en 1873 por Landois y por Ponfick en 1874.

Landsteiner nació en Viena el 14 de junio de 1868. Su padre Leopold Landsteiner, abogado, fue un conocido periodista y editor. Murió cuando Karl tenía seis años. Su madre, por la que sentía especial devoción, se llamaba Fanny Hess.

Estudió medicina en su ciudad natal entre 1885 y 1891, año en el que se graduó. Desde el principio se interesó por los estudios de química, gracias a la influencia de Ernst Ludwig (1842-1915). Con el fin de mejorar su formación en este campo pasó un largo periodo de tiempo en Alemania y Suiza en los laboratorios de Arthur Rudolf Hantzsch (1857-1935), en Zurich; Emil Fischer (1852-1919), en Wurzburg; y con Eugene Von Bamberger (1858-1921) en Múnich. Durante estos años publicó varios trabajos.

Desde el principio el tema que llamó la atención a Landsteiner fue el de la inmunología y la serología. Sus áreas de trabajo fueron, por tanto, la química, la anatomía patológica, la patología experimental y la ya mencionada inmunología.

A finales del siglo XIX, una nueva ciencia nace, la inmunología, interesada en sus inicios por los sueros y las vacunas. Las investigaciones

llevadas a cabo por Ehrlich, Bordet, Behring y otros inmunólogos, sientan las bases para el conocimiento de las reacciones inmunológicas, responsables de los accidentes postransfusionales.¹

En épocas anteriores se habían realizado transfusiones entre seres humanos e incluso entre animales de otras especies y el hombre, de forma totalmente empírica. Los frecuentes resultados desfavorables se consideraban a causa de enfermedades transmitidas por los donantes al receptor.

Karl Landsteiner, enseñaba anatomía patológica en la Universidad de Viena. Uno de sus campos de investigación fue la genética de la sangre humana que comparó con la de los simios.

En 1901 al mezclar plasma y hematíes de diferentes colaboradores, analizando la existencia o no de aglutinación, lo que le lleva a clasificar en grupos los diferentes tipos de sangre.

Landsteiner observó que al mezclar la sangre de dos personas había ocasiones en que los glóbulos rojos se aglutinaban formando grumos visibles. Analizó la sangre de un total de 22 personas, incluyendo la suya y la de cinco colaboradores de su laboratorio, para lo cual procedía a separar el suero de la sangre total, lavaba después los glóbulos rojos y los sumergía en una solución de suero salino fisiológico. Después usaba cada suero con los diferentes glóbulos rojos obtenidos y tabulaba los resultados.

Llegó así a descubrir tres tipos distintos de hematíes, denominados A, B y O, que daban lugar a reacciones de aglutinación. Estos hallazgos los realizó en Viena hacia 1901. Dos años más tarde, dos discípulos suyos, Alfredo de Castello y Adriano Sturli, analizando 155 muestras (de 121 pacientes y 34 controles sanos), descubren un cuarto grupo, al que llaman AB, sin poder aglutinante.

En 1928 la Comisión de Higiene de la Sociedad de Naciones acepta la nomenclatura que se utiliza actualmente para el Sistema ABO.

A partir de los estudios de Landsteiner, durante la primera mitad del siglo XX, se logró avanzar de manera significativa en el descubrimiento y conocimiento de distintos componentes antigénicos de la membrana del hematíe, estableciendo una cantidad extensa de sistemas de clasificación eritrocitarios que hoy en día nos permite evitar algún tipo de reacción de incompatibilidad al poner en contacto dos tipos de sangre.

La aclaración de los grupos sanguíneos fue igualmente de utilidad para la medicina legal y forense, en lo que se refiere a la determinación de la paternidad y en los casos de delito.

En el año 1930 le fue concedido el Premio Nobel de Medicina y Fisiología por el descubrimiento de los grupos sanguíneos en la especie humana. Este hecho tuvo una repercusión de gran alcance para la clínica. Las contribuciones de Landsteiner al conocimiento de las relaciones entre estructura química y especificidad serológica fue importante.

Después de un tiempo dedicado al estudio de esta problemática, Landsteiner dio a conocer a la comunidad científica que la intolerancia de muchos individuos a las transfusiones estaba genéticamente condicionada por sus grupos sanguíneos y que no tenía nada que ver con la influencia de factores externos.

A pesar del descubrimiento del sistema ABO de los grupos sanguíneos, continuaron produciéndose en ocasiones episodios de hemólisis en las transfusiones, y resulta particularmente impresionante el hecho de que en 1940, cuando ya contaba 72 años de edad, Landsteiner lograra descubrir la existencia del factor Rhesus, conjuntamente con Alexander Salomon Wiener.²

1.2 PERIODO POS-LANDSTAINER

Pasarían años, antes de que otros grupos sanguíneos fueran descubiertos. En 1939, Philip Levine y Stetson descubrieron los anticuerpos del sistema Rh, en el caso de una mujer con historia de óbito en sus embarazos que habría recibido previamente transfusión de sangre de su esposo. Muchos

sistemas de grupos sanguíneos serían descubiertos durante los siguientes años por médicos que estudiaban reacciones inesperadas en sus pacientes, tanto clínicas como serológicas, y seguían un modelo que aún es útil en la actualidad.²

En 1908 Morechidescubrió el principio de la prueba de la antiglobulina en animales, pero murió en la Primera Guerra Mundial, y su descubrimiento se perdió hasta 1945, cuando Coombs la redescubrió y la introdujo en la práctica clínica.

En la Segunda Guerra Mundial se impulsó el banco de sangre a la era moderna, al inicio del conflicto un cirujano de color, el Dr. Charles Drew, fundó los servicios de banco de sangre de la cruz roja americana.³

Antes de la segunda guerra mundial, la transfusión se efectuaba por medio de una anastomosis arteriovenosa. Entre otros problemas con este método era difícil cuantificar la cantidad de sangre que pasaba al donador hipovolémico y a un receptor hipertransfundido.

Posteriormente se demostró que la adición de dextrosa permite preservar los eritrocitos por tres semanas con lo que el ACD(ácido cítrico, citrato, dextrosa), se empezó a utilizar al inicio de la década de 1940 impulsado por la necesidad de preservar y transportar la sangre al frente de combate durante la guerra. El ACD fue sustituido 20 años después por la solución con fosfato CPD(citrato ácido cítrico fosfato dextrosa) que permitirá almacenar la sangre por 28 días y a su vez fue reemplazado en 1980 por CPDA1 (dextrosa, citrato, adenina, fosfato) que permite almacenar los eritrocitos por 35 días a temperatura de 1-6 °C.⁴

En los primeros años de la década de 1960 se introdujeron bolsas de plástico en lugar de los frascos de vidrio con tapón de goma, lo que hizo posible centrifugar la sangre total y con ello iniciar el empleo de fracciones específicas de la sangre. Y de este modo durante el paso del tiempo el banco de sangre se ha ido actualizando y adquiriendo un mayor control especificidad de los

productos sanguíneos obtenidos, así como de una excelente eficacia en la administración de los mismos, lo cual todo se genera desde las investigaciones y descubrimientos de Landstainer.⁵

2. GRUPO SANGUÍNEO.

2.1 Sistema ABO.

No es simple coincidencia que el grupo sanguíneo ABO haya sido el primero descubierto. Es el único sistema en que el plasma y el suero contienen siempre aglutininas que reaccionan con factores sanguíneos presentes en los hematíes de otras personas. Por estas interacciones casuales entre el suero y suspensiones de hematíes, pudo Landsteiner demostrar la presencia de grupos sanguíneos ABO. Además de la presencia natural de las Isoaglutininas otros dos factores ayudaron a detectar la isoaglutinación en los grupos ABO: se produce a temperatura muy variable y en general a temperatura ambiente (20 a 25°C) y las Isoaglutininas responsables de la aglutinación en los grupos ABO son del llamado tipo completo (IgM) lo cual quiere decir que la adherencia del anticuerpo al hematíe que tiene el factor sanguíneo homólogo va seguida automáticamente de aglutinación.⁶

Cada grupo presenta en el hematíe, en otras células y en secreciones el antígeno correspondiente a la denominación del grupo y en el plasma el anticuerpo contra el antígeno que no posee el hematíe.

Grupo A. Esta sustancia se forma por la adición, a una sustancia precursora (H), de una N-acetil-galactosamina. Se designa tipo A ya que sus glóbulos rojos son aglutinados por los sueros de algunas otras personas.⁷

Sin embargo se descubrieron dos subdivisiones fundamentales e importantes del aglutinógeno A. Este antígeno parece estar formado por dos factores separados, A1 y A2 que pueden observarse solos o asociados con el aglutinógeno B, de manera que son posibles cuatro subtipos: A1, A2, A1B y A2B. Los sueros normales de individuos de tipo B y O pueden contener dos anticuerpos cualitativamente diferentes, uno de los cuales reaccionan con

ambos, A1 y A2, mientras que el otro solo lo hace con A1. Los glóbulos rojos A1 son más sensibles que los A2 a la hemólisis sérica.

Grupo B. Se forma por la adición de una D-galactosa a la sustancia precursora H, mediante las adecuadas transferasas. Se denominan tipo B a los glóbulos rojos que son aglutinados por los sueros del tipo A. El suero de un sujeto del tipo A tiene anticuerpos anti-B; el suero de un sujeto de Tipo B tiene anticuerpos anti-A y anti-B, este tipo es llamado receptor universal dado que su suero no aglutina los eritrocitos de ningún otro tipo.⁸

Grupo AB. En este tipo sanguíneo al tener el hematíe los dos antígenos el plasma no presenta ni anti-A ni anti-B.⁹

Es el tipo de sangre menos frecuente que tiene glóbulos rojos que aglutinan con los sueros del Tipo A, así como con los del tipo B, o sea grupo AB.

Tipo O. Los glóbulos rojos de un tipo O no son aglutinados por los sueros de cualquier otra persona, debido a la ausencia aparente de aglutinógeno en estos glóbulos rojos. Es llamado donador universal por razón de que al carecer sus glóbulos rojos de antígenos A y B sus eritrocitos no son aglutinados por ningún suero.¹⁰

Por lo tanto en el grupo O al no tener el hematíe los antígenos A y B, el plasma presenta anti-A y anti-B, lo que quiere decir que el hematíe presenta únicamente la sustancia precursora H.

Es evidente que pueden formularse con facilidad dos leyes “el suero de una persona no contiene isoaglutininas capaces de aglutinar sus propios hematíes” y “el suero de una persona contiene las isoaglutininas que reaccionan con los isoaglutinógenos ausentes de sus propios hematíes. La reactividad de los factores sanguíneos varía considerablemente.¹¹

De cierta manera cuando Landsteiner clasificó los hematíes que no tenían antígenos A ni B como grupo O (cero) tan solo pretendía indicar la ausencia de dichos antígenos, sin embargo, un tiempo después se estableció

que los hematíes del grupo O (cero) contienen un polisacárido específico que se puede distinguir inmunológicamente de A y B. Este aglutinógeno se designa ahora H, pero los anticuerpos anti-H se dan rara vez en el hombre.¹²

Los aglutinógenos A y B son sintetizados a partir de una sustancia precursora común (H) que existe en los individuos con sangre tipo O.

No solo los hematíes del grupo O contienen este antígeno H, sino que, también los hematíes de los otros grupos lo contienen, pero en menor reactividad. La sustancia precursora de estos determinantes se compone de D-galactosa, N-acetil-D-glucosamina, otra D-galactosa y D-glucosa-ceramida. Al añadir L-fucosa a la sustancia precursora, a través de la acción de una fucosiltransferasa se forma la sustancia H.¹³

Una de las teorías para identificar los subtipos es que la sustancia H es la estructura química básica o aglutinógeno original en los grupos ABO. Los tipos A y B habrían surgido entonces por mutaciones de la sustancia H original en sustancia A y sustancia B. Según esta teoría en los individuos de tipo O se habría convertido muy poca sustancia H pues sus eritrocitos son los que contienen en mayor cantidad. En los subtipos débiles de A, se habría convertido en sustancia A una cantidad media de sustancia H.¹⁴

El anticuerpo anti-H humano es por lo general de bajo título y relativamente inestable, por lo que no es frecuente usarlo como suero calificador en las determinaciones de tipo sanguíneo.¹⁵

La reactividad de los factores sanguíneos varía considerablemente, por ejemplo, un suero que contenga anti-A al ser probado con una serie de muestras del grupo A puede producir aglutinaciones de una manera muy variable de una muestra a la siguiente. Además la capacidad de aglutinación tan variable de todos los factores sanguíneos, ciertas muestras de los grupos A y AB son en su mayoría menos aglutinables que otras.¹⁶

La importancia principal de estos subgrupos de A es la menor aglutinabilidad de los hematíes que no pertenecen a los grupos de A ni AB, ya

que estos nos pueden llevar a una identificación errónea de la sangre como de grupo O en vez del grupo A, o como de grupo B en vez del grupo AB.¹⁷

En estos últimos años, las sustancias específicas correspondientes para cada grupo sanguíneo se encuentran también en las secreciones glandulares como la saliva y el jugo gástrico de más o menos el 80% de las personas del grupo A o B. Y de cierto modo estas personas se les denominan secretoras.⁵

Esta perfectamente comprobada la permanencia de los tipos sanguíneos durante toda la vida. Los aglutinógenos A y B pueden detectarse en los recién nacidos incluso en fetos (aunque las aglutininas no se desarrollan totalmente hasta el momento del nacimiento). Sin embargo los aglutinógenos son desarrollados rápidamente, de modo que al año tienen ya la fuerza de un adulto.¹⁸

Los anticuerpos normales correspondientes a los antígenos A y B son anti-A y anti-B respectivamente y como se ha comentado nos referimos a las IgM.

Considerando que en ningún caso hay aglutinación espontánea de glóbulos, un individuo que contenga aglutinógeno A en sus eritrocitos no podrá tener en el plasma o en el suero anticuerpos anti-A; así mismo no podrán existir aglutininas anti-B en el plasma o en el suero de un sujeto cuyos eritrocitos tienen aglutinógeno B.¹⁹

La tipificación de la sangre con respecto al sistema ABO es la más importante debido a las grandes consecuencias que puede tener un error en su realización en casos especiales como lo son las transfusiones sanguíneas.

Dentro de la tipificación de grupos existen diversas causas que podrían complicar el procedimiento esto es debido a que en los hematíes de una persona puede tener fijados en su membrana, por diversas causas, anticuerpos u otras proteínas que afecten el resultado. Un ejemplo de ello sería un caso de anemia hemolítica de origen inmunológico.²⁰ A veces el antígeno que se quiere detectar no está bloqueado por el correspondiente anticuerpo, pero es menos

accesible por existir la unión de anticuerpos con otro antígeno cercano o por fijación de alguna otra proteína.

Actualmente se conocen por lo menos 13 sistemas de grupos sanguíneos independientes y bien definidos. Se componen de no menos de 50 factores sanguíneos con un significado muy práctico además de otros sistemas que no han sido establecidos aun. En el siguiente cuadro se muestran algunos sistemas eritrocitarios.²¹

Cuadro 1. Principales sistemas antigénicos eritrocitarios.

Sistema	Antígenos	Año descubierto
ABO	A1,A2,B,O	1900
MNSs	M,N,S,s	1927
P	P1,P2	1927
Rh	D,C,E,c,e	1940
Lutheran	Lu ^a , Lub ^b	1945
Kelly	K ^a ,k ^b	1946
Lewis	Le ^a ,Le ^b	1946
Duffy	Fy ^a ,Fy ^b	1950
Kidd	Jk ^a ,Jk ^b	1951
Diego	Di ^a ,Di ^b	1954
Cartwright	Yt ^a ,Yt ^b	1956

Fuente⁶

2.2 COMPONENTES DEL GRUPO ABO.

El grupo ABO está compuesto por los aloantígenos A y B, que están presentes en la membrana del hematíe, también se encuentran en otras células y en secreciones (saliva, líquido amniótico, líquido seminal, etc.).

Las sustancias A y B empiezan a formarse en las primeras semanas del desarrollo fetal, pero no adquieren toda su potencia inmunogénica hasta pasados varios meses, incluso, 18 a 20 meses después del parto.²² Esto es debido a que el número de veces que se repite la sustancia en la membrana del hematíe al principio es reducido, adquiriendo la densidad máxima de una forma paulatina. La densidad de estos puntos antigénicos puede llegar, para sustancia A y B, hasta casi un millón por célula. La localización de estas sustancias es extramembranosa. En su composición podemos diferenciar dos partes: una formada por oligosacáridos donde se presentan las variaciones antigénicas, y otra, menos conocida, que podemos llamar soporte, formada por glucoproteínas, cuando el antígeno se encuentra en secreciones, o por glucolípidos, cuando está fijada a la membrana de hematíes, leucocitos u otras células epiteliales o endoteliales.²³

En la actualidad reconocemos algunos sistemas antigénicos eritrocitarios y como los más importantes cabe mencionar al sistema ABO y al sistema de Lewis en los cuales los antígenos que componen a dichos sistemas proceden de sustancias precursoras muy similares.

De este tipo de sustancias precursoras podemos definir las como: tipo I y tipo II. La sustancia precursora de tipo I tiene todas las uniones entre los monosacáridos por los carbonos en posición 1 y 3 y su soporte se encuentra formado por glucoproteínas.

La sustancia precursora de tipo II en sus uniones por carbonos es similar 1 y 3 pero diferencian en su soporte ya que este es de glucolípidos. A su vez esta sustancia precursora es el origen de los antígenos A y B.²⁴

Los antígenos eritrocitarios cuya composición es conocida, suelen ser glucoproteínas, lipoproteínas o glucolípidos. Los hidratos de carbono puro, son capaces de provocar una respuesta inmunitaria en ciertas especies, como el hombre y el ratón. Generalmente las lipoproteínas y las glicoproteínas tienden a ser más inmunogénicas que las proteínas puras.²⁵

Las sustancias del grupo sanguíneo en el sistema ABO son básicamente de 2 tipos: glicolípidos y glicoproteínas. De estas sustancias la porción responsable de la especificidad del grupo sanguíneo siempre es el carbohidrato. Los glicolípidos como sustancia son glicoesfingolípidos, esto es, lípidos en donde el carbohidrato se encuentra unido a un ceramido. Un ceramido es un acil derivado de la esfingosina, donde los ácidos grasos unidos al grupo amino de la esfingosina son moléculas de 16 a 26 átomos de carbono.²⁶

Los polímeros de cadenas peptídicas que contienen ciertos aminoácidos como ácidos glutámicos, tirosina, triptófano, fenilalanina, cistina y alanina aumentan el potencial antigénico.

2.3 ANTIGENOS Y ANTICUERPOS ABO.

En el estudio de los grupos sanguíneos como necesidad de definir un concepto único, no se refieren únicamente a la especificidad antigénica de los hematíes, sino también a la diversidad inmunológica de otros constituyentes de la sangre como lo son leucocitos, plaquetas y plasma. En términos sencillos un antígeno es toda sustancia extraña capaz de provocar una respuesta inmunológica mediada por anticuerpos. Cada antígeno puede tener una variedad de epítomos diferentes o determinantes antigénicos específicos. Un epítomo es la composición molecular de un determinante antigénico, como una secuencia de aminoácidos reconocida por el anticuerpo complementario o por el receptor celular.¹⁴

Los antígenos sanguíneos ya sean celulares o solubles en el plasma, se heredan como grupos y se les denominan sistemas de grupos sanguíneos. La mayoría de los antígenos de los grupos sanguíneos están presentes en la membrana del glóbulo rojo en forma de glucolípido, siguen las reglas de la herencia y sirven como marcadores genéticos.¹⁸

Es necesario definir inmunogenicidad como la capacidad de un antígeno para provocar respuesta inmunitaria. Los antígenos de los grupos sanguíneos varían mucho en cuanto a su capacidad para provocar una respuesta inmunitaria. La composición química de un antígeno determina la mayoría de sus propiedades físicas y biológicas.¹⁶

La determinación de algún grupo sanguíneo ha sido posible gracias a la presencia o ausencia de los compuestos que forman parte de la membrana o están unidos a ella y son los que dan las propiedades antigénicas. Aunque la inmunogenicidad de un antígeno esta en relación con el complejo molecular total, la especificidad de los antígenos radica en una o varias estructuras simples como radicales, aminoácidos, azúcares simples y ácidos grasos.²⁷

El número de puntos antigénicos sobre una sustancia extraña ya sea una molécula compleja o una célula, será evidentemente un factor determinante en la potencia y el resultado final de la respuesta inmunológica. Los estudios sobre antígenos de los grupos sanguíneos han demostrado como la densidad antigénica determina la eficacia en la unión del anticuerpo y también, sumada a la activación del complemento, la probabilidad de que se produzca la hemólisis eritrocitaria. La densidad y el número antigénico pueden determinarse mediante diferentes técnicas.¹⁷

De esta manera su nomenclatura nos indica la existencia del antígeno, por ejemplo, el grupo A significa la existencia de un compuesto antigénico identificado con la letra A, entonces, el factor Rh (D) positivo tiene el mismo significado. De modo que en este sistema la presencia o ausencia de dos antígenos (A y B) da cuatro posibilidades de combinación y a su vez estos

antígenos dependen de glicoproteínas que tan solo son ramificaciones de monosacáridos que son formados a partir del residuo serina de una proteína que es parte de la pared del mismo eritrocito.⁵

Las inmunoglobulinas (Ig) son proteínas de aparición natural que poseen estructura y actividad de tipo anticuerpo. Las Ig son componentes normales del plasma, la actividad de los anticuerpos se desarrolla únicamente en respuesta a un estímulo antigénico. La especificidad de un anticuerpo está relacionada con las regiones hipervariables de una inmunoglobulina. La sustitución de aminoácidos, la modificación de la configuración de las cadenas de péptidos o una combinación de ambas determinan la especificidad del anticuerpo. Se cree que hay unos 20 aminoácidos que están realmente en contacto con el antígeno y es posible que un solo tetrapéptido sea responsable de la especificidad.²⁸

Los antígenos aparecen en las células a partir del tercer mes de vida intrauterina y aumentan hasta acabar su plenitud a los veinte años. A éstos antígenos corresponden dos anticuerpos anti- A y anti-B, presentes en el plasma sanguíneo y que son gamma globulinas del tipo IgM lo cual podemos recalcar que su distribución en el ser humano es diferente según el grupo sanguíneo. Los antígenos A, B y Rh son con gran diferencia los más inmunogénicos.²⁸

Al nacer una persona posee en la membrana del hematíe los antígenos que le corresponden dependiendo de la dotación genética. En su plasma no existe ningún tipo de anticuerpo respecto a las sustancias A y B, pero enseguida, y de forma paulatina, se inicia la formación de anticuerpos hemáticos que ella no posee.²⁹ Estos anticuerpos se denominan naturales. Durante mucho tiempo se les llamo naturales por no conocerse el antígeno estimulante que daba lugar a su formación, ya que el niño los creaba sin ponerse en ningún contacto con otro tipo de sangre, que por ser incompatible, pudiera ser la causa de estimulación. Hoy se piensa que estos anticuerpos se forman en realidad como respuesta de otras sustancias que se encuentran en la

membrana de determinadas bacterias, neumococos, o que forman parte de algunos jugos vegetales.²⁵

Los anticuerpos naturales reaccionan con antígenos A o B por reacción cruzada. Estos anticuerpos son preferentemente de tipo IgM se les denomina también completos o aglutinantes porque, al unirse con el hematíe, lo aglutinan con facilidad en medio salino.

Los títulos de anticuerpos naturales anti-A o anti-B pueden variar a lo largo de la vida. En términos generales sangres tipificadas como O, tienen títulos de anti-A y anti-B naturales más altos que la de los grupos A y B.²⁶ Cuando los hematíes tipificados como A, B o AB se traspan a otra persona que no posea alguno de estos antígenos, el sistema inmunocompetente de ésta, se estimula formando anticuerpos contra el antígeno desconocido. Este tipo de anticuerpos se llaman inmunológicos, ya que el estimulante es perfectamente conocido.

La mayoría de estos anticuerpos inmunológicos son de tipo IgG. Atraviesan la placenta. Se les denomina también incompletos porque para detectarlos en el laboratorio es necesario facilitar la aglutinación en diferentes formas, ya que en medio salino no se consigue.⁴

Estos anticuerpos aparecen al quinto mes de vida intrauterina y rápidamente alcanzan la concentración en que permanecerán toda la vida.

En el ser humano los anticuerpos están fácilmente disponibles, aunque las de origen animal y las aglutininas vegetales también se utilizan en el estudio de los antígenos ABO.³⁰ Los anticuerpos humanos se pueden dividir en dos categorías, los “naturales e inmunes”, ambos resultado de la inmunización. Los inmunógenos de tipo natural son probablemente de origen bacteriano, dado que algunas bacterias comparten los antígenos A o B. El anti-A y el anti-B naturales suelen ser de la clase IgM y se pueden neutralizar fácilmente mediante sustancias solubles de los grupos A o B. El anti-A, B del grupo O, por lo general, es de la clase IgG y resulta neutralizado por las sustancias A y B.¹⁴

De este modo cuando el suero del grupo O (anti-A, B) se absorbe con células de los grupos A o B el eluato de estas suele contener un anticuerpo que reacciona con las células de la misma clase.

Los anti-A o anti-B son de la clase IgG y generalmente resultado de una inmunización debida a una hemorragia fetomaterna. De modo parecido, la inyección de sustancias, de grupos sanguíneos A o B para la producción de antisuero reactivo determina normalmente titulaciones altas de anti-A o anti-B inmunes.¹⁵

Los anticuerpos anti-A reaccionan con células A1, pero no con las A2. Estos anticuerpos pueden proceder del suero humano pertenecientes a los tipo B u O. El anti-H encontrado en el suero de las personas con el fenotipo Oh (Bombay) normalmente aglutina y a veces hemoliza las células O, mientras que el encontrado en personas no Oh es generalmente débil y no hemoliza.²⁰

Los anticuerpos correspondientes al sistema ABO perduran por toda la vida por ello se les ha nombrado anticuerpos naturales regulares; su significancia clínica es dada ya que son activos en un amplio rango térmico (4 a 37°C), son una mezcla de IgG, IgM, e IgA. Cuando son IgM, al entrar en contacto con eritrocitos incompatibles, producen hemolisis intravascular por su capacidad de activar el complemento.³¹

Los individuos de grupo sanguíneo AB no producen anticuerpos antitéticos, puesto que conocen ambos antígenos. Los de grupo O producen un anticuerpo anti-AB, que no es la suma de anti-A más anti-B, ya que es capaz de aglutinar tanto células A como B y su actividad no puede ser separada por adsorción diferencial con glóbulos rojos A o B. este anticuerpo reacciona con mayor fuerza que los anti-A y anti-B provenientes de individuos B y A respectivamente. Es importante destacar que en la población mestiza mexicana existe una gran cantidad de individuos de grupo O con anticuerpos hemolíticos anti-AB.³²

En el siguiente cuadro se identifica al antígeno y anticuerpo para cada grupo sanguíneo.

Cuadro 2. Antígenos y anticuerpos del sistema ABO.

Grupo sanguíneo	Antígeno	Anticuerpo
O	H	Anti-A y Anti-B
A	A	Anti-B
B	B	Anti-A
AB	A, B	Ninguno

Fuente³²

2.4 ISOAGLUTININAS.

Nos referimos a isoaglutinógenos e isoaglutininas, respectivamente, los antígenos y anticuerpos que diferencian los glóbulos rojos de unos individuos de los de otros de la misma especie. Las heteroaglutininas son anticuerpos que reaccionan con antígenos de hematíes de una especie distinta. Se suele distinguir entre las aglutininas “naturales” por ser las que se presentan sin causa conocida, como en la transfusión o en la inyección de sangre o de otras sustancias antigénicas que provoquen la formación de anticuerpos y las isoaglutininas “inmunes” resultan de una inmunización deliberada, tal como puede producirse por la inyección o transfusión de sangre o por la entrada de hematíes fetales en la circulación materna e incluso por la administración de sustancias específicas para grupos sanguíneos, entre ellos los antígenos más afines a A o B, tales como los contenidos en algunas vacunas bacterianas (tétanos) o suero equino y también de las que pueden resultar de infecciones como *Escherichia coli*.²² En estos casos puede demostrarse que además de

aumentar en cantidad, los anticuerpos anti-A y anti-B han adquirido ciertas propiedades que caracterizan a los anticuerpos IgG.

Las isoaglutininas anti-A o anti-B están presentes regularmente en las personas carentes de los correspondientes aglutinógenos en sus hematíes.

Hay anticuerpos con una reacción similar en el suero de algunos animales, como por ejemplo la anguila, y el extracto de ciertas plantas (lectinas). En la actualidad se han preparados de lectinas que contienen proteínas que aglutinan de manera específica a los hematíes de ciertos grupos sanguíneos.²¹ Las lectinas capaces de diferenciar de los subgrupos de A son especialmente útiles ya que solo aglutinan las células A1 y A1B, pero no los hematíes A2 y A2B y ningún otro subgrupo. Las lectinas anti-H que reaccionan fuertemente con hematíes del grupo O, son muy útiles para comprobar la presencia del antígeno H en las secreciones. Se ha demostrado que las isoaglutininas se desarrollan después de nacer. Las isoaglutininas presentes en el recién nacido, demostrables en muestra de sangre umbilical, corresponden a las isoaglutininas maternas transmitidas a través de la placenta. Estos anticuerpos transferidos pasivamente desaparecen de modo gradual, y el lactante comienza a producir sus propias isoaglutininas de tres a seis meses después de nacer.²³ Esto indica que es muy probable que las isoaglutininas sean el resultado de algún estímulo antigénico, posiblemente por medio de microorganismos o de alimentos, que se origina de manera inevitable después de nacer. Además la ausencia temprana o aparición subsiguiente de isoaglutininas puede atribuirse también a los fenómenos de maduración inmunológica.

La ausencia de isoaglutininas correspondientes a un isoaglutinógeno en el mismo individuo se adapta bien al concepto de tolerancia inmunológica a los antígenos que existen o han sido introducidos en el feto o recién nacido, fenómeno que asegura la incapacidad del huésped normal para formar anticuerpos contra sus propios antígenos.²⁵ Las isoaglutininas anti-A y anti-B

poseen no solo la capacidad de aglutina hematíes que contienen al isoaglutinógeno correspondiente, sino también la de hemolizarlos. Puesto que esta hemólisis depende de la presencia de un complemento, solo se aprecia empleando un suero fresco después de la adición del complemento. Aunque las sustancias A y B específicas para grupos tienen suficiente capacidad para neutralizar la isoaglutininas anti-A y anti-B, los correspondientes anticuerpos IgG resultan mucho más difíciles de neutralizar. Al igual que la mayoría de los anticuerpos las isoaglutininas anti-A y anti-B se encuentran en la fracción de globulina 7.²¹ Esto ha adquirido cierta importancia clínica en los trastornos de ciertas proteínas plasmáticas, como en la hipogammaglobulinemia y la agammaglobulinemia adquiridas y congénitas. Por regla general en estas afecciones las isoaglutininas que normalmente se esperan según el grupo ABO del individuo, faltan o están presentes en una cantidad importantemente baja. Por tanto, la ausencia de una isoaglutinina esperada en las pruebas habituales de los tipos sanguíneos en el adulto deberá despertar la sospecha de su falta o disminución de globulina del suero.²⁶

Los antígenos A y B existen también en otras especies y hasta en las bacterias, lo que nos indicaría que la introducción de este tipo de material antigénico en el cuerpo podría inducir la formación de isoaglutininas en una fase temprana de la vida.

Muchas bacterias y algunos parásitos de la flora intestinal poseen antígenos con determinantes antigénicos también presentes en los componentes de los grupos sanguíneos. Por ello para un individuo con un tipo particular de sustancia de grupo sanguíneo A, por ejemplo, aunque es incapaz de producir anticuerpos contra la sustancia A, si puede producir anticuerpos contra los antígenos que no posee, incluyendo aquellos que tienen determinantes antigénicos iguales a los de la sustancia B.²⁸ La producción de anticuerpos contra las sustancias de grupo sanguíneo (isoaglutininas) se hace evidente después unas pocas semanas de vida como resultado de una

estimulación antigénica por los microorganismos del ambiente y específicamente por los de la flora intestinal. Las isoaglutininas son predominantemente de la clase IgM, aunque suele haber pequeñas cantidades de las clases IgG e IgA. El predominio de la clase IgM probablemente se debe a la naturaleza polisacárido de las sustancias de grupo sanguíneo, que las hace comportarse como antígeno.¹⁷

En el siguiente cuadro se muestran las isoaglutininas en función de sus antígenos.

Cuadro 3. Clasificación de los seres humanos en función de sus antígenos de grupo sanguíneo.

Antígeno sobre el eritrocito	Isoaglutininas	Grupo sanguíneo
Substancia A	Anti-B	A
Substancia B	Anti-A	B
Substancias A y B	Ninguna	AB
Substancia H	Anti-A y Anti-B	O

Fuente¹⁷

3. SISTEMA Rh.

3.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA Rh.

El estudio de este sistema fue un poco tardado con respecto al sistema ABO o bien a consecuencia de las preguntas posteriores, generadas por las investigaciones en el sistema ABO con el fin de lograr tener el conocimiento completo de nuestros grupos sanguíneos.³⁰

En el año de 1939 se expone el primer caso de una madre politransfundida en el cual el hijo recién nacido presenta un caso de anemia hemolítica; en el suero de la madre se presentan anticuerpos que alteran los hematíes del padre cuyo grupo sanguíneo es O. La presencia de estos anticuerpos indica la existencia de un antígeno, bastante potente, el cual fue imposible detectar en dicha fecha.⁷

Un año más tarde por 1940 Karl Landsteiner y Wiener inyectan sangre de *Macacus Rhesus* en un conejo. El suero del conejo al cual le habían estimulado su sistema inmunitario, contenía anticuerpos que no solo aglutinaban los hematíes del primate, sino que también el 85% de los individuos de raza blanca en dicho lugar. A este nuevo factor descrito se le denominó factor Rh. Las personas que lo poseen se les denominó Rh positivas y a las que no, Rh negativas.²⁴

Durante el pasar de los años se han ido realizando estudios posteriores a los antes explicados, mediante los cuales se han ido descubriendo otros antígenos relacionados con el denominado Rh, por lo que se pasa de un factor aislado al conocimiento de un nuevo sistema de antígenos eritrocitarios.³³

3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA Rh

El factor Rh es un aglutinógeno encontrado en los glóbulos rojos en unos primates (*Macacus Rhesus*) y que también existe normalmente en el 85 % de los humanos, que por esta causa se denominan Rh positivos. La sangre está transfundida en Rh negativos (15%) provoca en ellos la formación de anticuerpos, que en sucesivas transfusiones puede destruir los glóbulos rojos del donante Rh positivo, y creando efectos adversos.²⁶

De manera específica, las complicaciones hemolíticas hasta entonces inexplicables en las transfusiones de sangre, así como la primera causa de la enfermedad hemolítica del recién nacido (eritroblastosis fetal) resultaron ser debidas a una incompatibilidad en el Rh, expresada por la formación de anticuerpos Rh en el suero de personas cuyos eritrocitos carecen del antígeno Rh.²⁸

El sistema Rh es distinto del sistema ABO. En el sistema Rh no existen anticuerpos naturales para los aglutinógenos ausentes de los eritrocitos pero frecuentemente se desarrollan anticuerpos Rh en personas que han recibido sangre que contiene antígeno Rh que ellos no poseen.

Por esta inexistencia de anticuerpos naturales, si se presentara una situación la cual requiriera transfusión sanguínea daría lugar a una sensibilización con formación de anticuerpos pero no un proceso hemolítico más o menos grave; dicho de otra manera este proceso hemolítico ocurriría en una segunda transfusión de las mismas características, por lo tanto, el riesgo de incompatibilidad con el sistema ABO es grave desde la primera transfusión, pues el paciente queda sensibilizado.⁴

Dado que el factor Rh es hereditario, si uno de los padres es Rh positivo homocigoto (significa que el individuo ha heredado de cada progenitor genes iguales por ejemplo Rh positivo Rh positivo o negativo, negativo) y otro es Rh negativo homocigoto el niño siempre será Rh positivo heterocigoto esto quiere

decir que el individuo ha heredado de sus progenitores genes desiguales (Rh positivo Rh negativo) porque el factor Rh es un rasgo dominante.²⁹

El sistema Rh ha alcanzado hoy en día una gran complejidad por la numerosa variedad de sustancias que lo componen. Junto al sistema ABO y debido sobre todo a la gran capacidad antigénica en su principal componente, es el primer factor a considerar en caso de incompatibilidad hemática.

Los genes que controlan el sistema Rh se encuentran en el cromosoma 1, pero no hay un conocimiento completo de número de genes encargados de dicho control.³⁴

La composición de estos antígenos no está bien definida. Parece ser que su naturaleza es proteica. Se encuentran incrustados en la membrana bilipídica del hematíe con parte de su molécula expuesta a su exterior. No aparecen en otras células y secreciones.

Su proceso de formación no se conoce bien del todo. Se piensa en una sustancia inicial que bajo el control de los genes X1X0 da lugar a la sustancia precursora común al sistema Rh.²⁵

Sobre la sustancia precursora actúan enzimas controladas genéticamente, que dan lugar a los antígenos D, C, c, E, e. Se piensa que los genes actúan de forma escalonada en el orden D, d, C, c, e, ya que cuando hay delecciones genéticas, la ausencia de antígenos que se produce se da en orden inverso y nunca se presenta falta de sustancia D.²⁶

Si bien se ha intentado explicar las múltiples variaciones que se han ido conociendo sobre cada antígeno, han surgido varias teorías que explican la existencia de unos genes operadores que actúan en primer lugar y otros genes estructurales que a dan lugar a la diversidad antigénica.

En alguno de los antígenos que componen el sistema se han encontrado variaciones antigénicas que complican las explicaciones genéticas, teniendo que incluir alelos nuevos.²⁸

En su mayoría los avances en la investigación del sistema Rh han estado en relación con el descubrimiento de nuevos isoanticuerpos en embarazadas o en receptores de transfusiones sanguíneas, que con la ayuda de la estadística se pudo demostrar que estos anticuerpos reaccionan específicamente con factores sanguíneos distribuidos de manera irregular entre personas con distintos tipos de Rh.²⁹ Por ejemplo se encontraron, estos isoanticuerpos, con mayor frecuencia en los individuos Rh positivos que en los Rh negativos, lo cual a los investigadores, los hicieron llegar a la conclusión de que pertenecían al sistema Rh. De este modo siguieron las investigaciones y uno de los progresos más importantes fue la observación de que la ausencia de los factores Rh (C) y Rh (E) que va, de una manera regular, asociada a la presencia de un factor sanguíneo recíproco detectable por la presencia de alguno de estos isoanticuerpos.¹⁷

Al igual que en el sistema ABO, en el sistema Rh surgieron distintos sistemas que intentaban explicar el fenómeno como el de Wiener en el cual el factor sanguíneo determinado por Rh fue llamado Hr', en el cual la inversión de las letras tiene por objeto indicar la reciprocidad entre los factores Rh y Hr.⁶ Además los factores Hr tuvieron gran importancia como causa ocasional de incompatibilidad en transfusiones sanguíneas o de isoimmunización materna, que en muchas ocasiones permiten establecer la probabilidad de que un individuo tenga ciertos genotipos Rh y a su vez es de suma importancia para el pronóstico de futuros embarazos en mujeres Rh inmunizadas con alguna información con respecto al genotipo del esposo, es posible afirmar que puede haber un 50% de probabilidad de que nazca el infante Rh negativo.⁹

Uno de los de mayor interés es el denominado "Du" que fue descubierto en 1986 y que también es llamado Rh positivo débil. Es de suma importancia el poder tipificar este antígeno Du para no ser confundido con un Rh negativo por las complicaciones antes mencionadas.

La presencia de este antígeno en el hematíe puede tener diversas explicaciones genéticas, mas no significa que sean del todo conocidas. Dicha presencia puede ser debida a que el gen C en posición trans (en el cromosoma opuesto), con respecto al D, reprima a este, expresándose en el hematíe un antígeno “D débil”. Que sería expresado de la siguiente manera:

$dCe/DcE = Du.$ ²¹

Es de suma importancia práctica el estar familiarizado con las variantes de Rh (D), las cuales pueden identificarse por su comportamiento atípico en las pruebas de laboratorio utilizadas para fijación de tipo de Rh. De modo que cuando se utilizaron muestras de sangre con una serie de sueros que contenían anticuerpos Rh, se observó que algunos pero no todos los sueros aglutinaban, además, los aglutinantes salinos anticuerpos Rh, no fueron capaces de aglutinar estos hematíes.³⁰ Por lo cual esta variante débil del factor Rh (Du) requiere métodos especiales para su detección ya que es de suma importancia debido a que la sangre Rh (Du) se comporta de un modo similar a la sangre Rh positiva con respecto a la isoinmunización por transfusiones de sangre y embarazo.¹¹

La persona que posea el antígeno Du por esta situación genética, puede no transmitirlo a sus hijos por no presentar en sus genotipos esas circunstancias de represión y expresarse en toda su potencia el antígeno D procedente del gen D heredado. Otra posibilidad es que la expresión del antígeno Du en el hematíe sea consecuencia de un alelo Du. Y como última opción podríamos decir que el antígeno Du sea un antígeno D al que le falta alguno de los determinantes antigénicos que los componen. Además de este factor Du que se transmite genéticamente, se ha encontrado otra forma Rh de reacción débil, resultante de una interacción de genes; es el factor Rh (C) que disminuye la reactividad del antígeno Rh. Este dato es muy importante en cuanto a la exclusión de la paternidad debido a que progenitores aparentemente Rh negativos pueden tener hijos Rh positivos.¹⁷

La variante del tipo Du es mucho más frecuente entre la población de raza negra que entre los de raza blanca.

En los últimos años ha habido un avance excepcional en este sistema pero uno de los descubrimientos más importantes es el del tipo Rh null, en el cual los hematíes parecen carecer de todos los factores Rh, carecen de dos proteínas que se encuentran en las células poseedoras del antígeno Rh normal. Se cree que la ausencia de estas proteínas contribuye a la morfología y supervivencia anormales de los hematíes Rh-null.²¹ La antigenicidad de los determinantes Rh depende de la presencia del fosfolípidos de la membrana. Lo más probable es que estos individuos sean negativos para un gen, LW, que suele estar presente de una manera casi universal, e inicia la formación de un antígeno precursor, LW, en el cual actúan los genes Rh, con la finalidad de expresar los factores Rh en cada hematíe. En algunos casos la propiedad Rh null se asoció a productos anormales de los genes M-N-S-s y anemias hemolíticas crónicas, en cuyos casos, se creía que reflejaban un defecto genético de la membrana del eritrocito.³⁰

3.3 ANTIGENO Y ANTICUERPOS DEL SISTEMA Rh.

Los antígenos Rh, no están bien definidos, aunque parecen ser de naturaleza primordialmente proteica, con un peso molecular estimado de 30,000 D. Se encuentran en la membrana bilipídica, con porciones de su molécula expuestas sobre la superficie externa de la membrana. Los lípidos de la membrana eritrocitaria prestan apoyo y orientación al determinante Rh. Las diferencias en el fenotipo Rh pueden estar relacionadas con la sustitución de aminoácidos de una cadena peptídico, así como, la expresión de los determinantes sobre el exterior y el interior de la membrana eritrocitaria.³³

Los anticuerpos en el sistema Rh difieren de los del sistema ABO; con pocas excepciones, son inmunes de origen y generalmente de tipo IgG. Con

una sola excepción conocida los anticuerpos Rh no hemolizan los eritrocitos en el interior del sistema vascular. Si bien se encuentran anticuerpos Rh que reaccionan en suero fisiológico, la mayoría de ellos reaccionan mejor mediante la técnica de la albúmina, las enzimas o la antiglobulina. A causa de esta falta de aglutininas, los anticuerpos Rh no fueron descubiertos con anterioridad, sino años después del descubrimiento de los primeros anticuerpos.¹⁸

En el sistema Rh hay que considerar dos características que lo diferencian del sistema ABO y que tienen gran importancia con respecto a la formación de anticuerpos.

La capacidad antigénica entre los componentes del sistema ABO es similar, en cambio la capacidad antigénica de los componentes Rh es muy dispar. El antígeno D es un fuerte inmunógeno y el resto de los antígenos (D, C, E, c, e) tiene mucho menos capacidad antigénica que éste.¹⁵

En el sistema ABO, desde los primeros meses de vida se forman los anticuerpos que correspondan, estos anticuerpos se llaman naturales. En el sistema Rh salvo raras excepciones no existen anticuerpos naturales.

Los anticuerpos del sistema Rh son de origen inmunológicos, y en su gran mayoría de especificidad anti-D. Son generalmente de tipo IgG por lo que atraviesan la placenta de forma activa. No suelen aglutinar con el antígeno correspondiente en medio salino. Por lo tanto para detectarlos se utilizan técnicas con albúmina, enzimas o antiglobulina.³¹

Los anticuerpos anti-D inmunológicos pueden aparecer en personas Rh negativas que se pongan en contacto con hematíes Rh positivo. Esto puede ocurrir con la incompatibilidad entre la madre y el feto, o sea, madre Rh negativa, hijo Rh positivo o en transfusiones sanguíneas cuando el donante es Rh positivo y el receptor Rh negativo.²²

A diferencia de los grupos A y B, los anticuerpos anti- Rh no están formados; estos se desarrollan cuando un organismo Rh negativo, recibe glóbulos rojos con el factor Rh positivo. A su vez la presencia del antígeno

estimula la formación de anticuerpos Rh y por esta razón tan especial una persona Rh negativa puede recibir una primera e incluso una segunda transfusión sanguínea con glóbulos rojos Rh positivos, siempre y cuando, no existan anticuerpos que provoquen alguna reacción transfusional dañina.⁶

Tiene interés constatar que los anticuerpos anti-Rh producidos en personas Rh negativas, al ponerse en contacto con hematíes Rh positivos, al recibir hematíes de *Macacus Rhesus*, no se producen, a pesar de haber sido este estudio la causa del descubrimiento del Rh. Hoy en día podemos considerar a ambos antígenos distintos, aunque muy parecidos, existentes en el ser humano.⁹

La potencia de los antígeno Du varía mucho de una muestra a otra, desde los fuertes que se acercan a los Rh regulares hasta los más débiles que son muy difíciles de detectar.

El factor Du no parece ser un antígeno distinto del factor Rh (D) pues no es posible producir un anticuerpo específico para Du ni separar por absorciones la porción de un suero anti- Rh (D) regular de la que reacciona con el factor Du.²³

De esta manera la importancia médica de los factores Rh sanguíneos se basa en su capacidad de inmunizar por transfusiones sanguíneas o embarazos. En ambos casos el factor Rh (D) es por mucho el más antigénico y los demás factores Rh son mucho menos susceptibles de producir una isoimmunización. Los anticuerpos para Rh (C) se encuentran con frecuencia junto con anticuerpos anti- Rh (D) en embarazadas Rh negativas, cuyo feto o hijo era del tipo Rh + y por lo tanto poseía ambos antígenos.⁷

La combinación de anticuerpos anti-Rh (D) y anti-Rh (E) se da con menos frecuencia en mujeres expuestas a un estímulo antigénico por un feto del tipo Rh2. En raras ocasiones hay factores que Rh (D) que provocan la formación de anticuerpos Rh positivos.

A diferencia de los anti-A y anti-B los anticuerpos anti-Rh se encuentran con muchas más frecuencia en las clases IgE que en las clases IgM de las inmunoglobulinas y tomando estas consideraciones es esencial para comprender las actividades hemaglutinantes de los anticuerpos IgM e IgG.³⁴ La hemaglutinación consiste en dos sucesos secuenciales. El primero es la adherencia de las moléculas de anticuerpo a los sitios antigénicos específicos sobre la superficie de los glóbulos rojos. El segundo suceso es la formación de puentes moleculares entre los eritrocitos que se expresan como una aglutinación visible, con el objeto de facilitar el contacto físico entre dos o más glóbulos rojos.²¹

En casos de transfusión sanguínea la composición antigénica de los hematíes inyectados y de los del receptor, puede haber en el mismo suero anticuerpos con especificidad para uno o más factores Rh y la isoimmunización a los factores Rh y en general, a cualquier otro antígeno requiere de las siguientes condiciones: “el factor sanguíneo no debe estar presente en la persona inmunizada, pero si en la sangre inmunizante con la potencia suficiente”. Otra condición es el número de estímulos antigénicos por separado, la cantidad de sangre implicada en cada estímulo, los intervalos de tiempo entre los mismos y las variaciones individuales en cuanto a la capacidad de producir anticuerpos.²⁵

Es importante este conocimiento sobre la especificidad exacta de estos isoanticuerpos por dos importantes razones: para la selección de sangre para transfusiones en receptores isoimmunizados, incluyendo el tratamiento en recién nacidos con eritroblastosis fetal y para emplearlos de modo correcto en las pruebas de laboratorio los antiseros que pueden contener más de un anticuerpo.⁸

Los factores Rh en cualquier individuo se han heredado necesariamente de uno de sus progenitores o de ambos. Aun cuando la homo o heterocigosidad para el factor Rh haya sido establecida, hay con frecuencia inseguridad en

cuanto a la localización de los genes en los cromosomas. El conocimiento de la herencia de los factores Rh es indispensable para la interpretación de los tipos de Rh en relación con la exclusión de paternidad.²⁶

Estos anticuerpos Rh, suelen desarrollarse después de una hemorragia fetomaterna; rara vez lo hacen en consecuencia de una transfusión, debido a la tipificación del Rh, sistemática de todos los receptores Rh negativos. Una vez inmunizados, los anticuerpos pueden permanecer durante años y el huésped responde a una exposición muy intensa y el huésped responde rápidamente. También pueden formarse anti-Rh cuando se administran concentrados de paquetes leucocitarios o plaquetas, que contienen eritrocitos Rh positivos, a receptores Rh negativos.²⁹

4. IMPORTANCIA DEL SISTEMA ABO y Rh.

4.1 TRANSFUSIONES SANGUÍNEAS.

La sangre ha ejercido una extraña fascinación en la mente de los seres humanos desde el principio de su historia. Ha sido referida como la esencia de la vida, el vehículo del alma y la mayor fuerza vital. Se encuentran en la escritura grecorromana referencias del uso de la sangre del periodo clásico. Galeno aclaraba que las arterias contienen sangre y no aire como se creía.³⁵

En el antiguo testamento se hace referencia a la naturaleza y disposición de la sangre, por ejemplo, Levíticos “La vida de la carne está en la sangre, la sangre es la razón de la vida, por lo que nadie debe comer sangre”.³

En la antigüedad la sangre fue reconocida como un líquido vital capaz de curar casi cualquier cosa y Plinio descubrió como los gladiadores romanos bebían sangre para curar sus heridas y la epilepsia, Galeno la usaba para curar la rabia.³⁵

La transfusión sanguínea se cita en manuscritos hebreos con referencia al general Naam, líder de los ejércitos del rey de Siria, que sus médicos intentaron curarlo de lepra transfundiendo sangre de un soldado saludable.¹⁰

Tres gigantes de la ciencia de los siglos XVI y XVII, contribuyeron en gran medida al estudio de la transfusión sanguínea, Andreas Vesalius, rechazó las ideas de la anatomía medieval y el sistema circulatorio; William Harvey describió por primera vez de manera correcta la circulación de la sangre. Marcello Malpighi, utilizó el recién descubierto microscopio para describir el flujo sanguíneo capilar.³⁶

En Oxford, Richard Lower realizó la primera transfusión sanguínea arteriovenosa entre perros, y lo intentó poco después en humanos, en

noviembre de 1967 Lower transfundió varias onzas de sangre de carnero a un paciente como tratamiento para un trastorno psiquiátrico.¹¹

James Blundell, el padre de la obstetricia, es a la vez el padre de la moderna transfusión sanguínea, ya que al indagar sobre los descubrimientos de Lower con respecto a los efectos positivos de la transfusión en revertir la hipovolemia, concluyó que la transfusión sería adecuada en casos de hemorragia posparto, además recomendó que era necesario transfundir exclusivamente sangre humana a los pacientes.⁵

En nuestra historia desde que el obstetra y fisiólogo James Blundell del Guy's Hospital de la ciudad de Londres, Inglaterra, realizó la primer transfusión sanguínea a un ser humano con sangre proveniente de otro humano, la medicina de transfusión ha avanzado enormemente. Sin embargo, pese a esos adelantos en gran parte favorecidos por los avances tecnológicos, la transfusión sanguínea continua representando riesgos para la salud del receptor.³⁷ Estos riesgos están representados en el peligro que puede significar para el receptor la transmisión de agentes infecciosos, las reacciones postransfusionales de carácter hemolíticas así como no hemolíticas, la reacción o enfermedad del injerto contra el huésped y la aloinmunización entre otros problemas severos.¹³

De este modo la mayoría de los riesgos que representa la transfusión de la sangre y sus derivados, pueden ser minimizados por bancos de sangre aplicando sus diferentes estrategias, entre las cuales la más importante es la adecuada selección de donantes a través de donantes voluntarios y repetidos.¹⁴

Así mismo estos riesgos se minimizaran a medida que el banco de sangre este adecuadamente dotado con la tecnología óptima, disponga de reactivos de calidad y sobretodo disponga de un personal profesional, técnico y administrativo continuamente capacitado y orientado al mejoramiento de la calidad. Todo esto sin olvidar el papel decisivo que comprende al personal médico, pues a este a quien corresponde evaluar los riesgos que representa la

transfusión sanguínea frente a los beneficios que espera conseguir en el paciente.¹⁸

Cabe destacar que la práctica de la transfusión sanguínea involucra aspectos administrativos, técnicos y legales que deben ser tomados en cuenta para asegurar el mayor beneficio para el paciente.²⁰

4.2 Compatibilidad de los grupos sanguíneos.

Entre las medidas de seguridad transfusional están aquellas encaminadas a evitar la reacción hemolítica aguda, es decir, las que aseguran la compatibilidad entre donante-receptor, o sea, las pruebas de compatibilidad.³¹

La sangre provee el vehículo para el transporte de oxígeno hasta las células para el metabolismo aerobio y la producción de ATP. Con el advenimiento de la tecnología moderna, la sangre en la actualidad puede ser separada en sus partes componentes, haciendo posibles terapias de transfusión específicas.²⁴

Antes de proceder a la administración de sangre y/o sus componentes, la sangre del paciente debe someterse a pruebas de tipificación y compatibilidad con la sangre del donante. Este proceso comprende la realización de pruebas de sangre para evitar posibles reacciones por transfusión. La prueba de compatibilidad antes de la transfusión asegura la administración al paciente de los productos sanguíneos designados, verifica la compatibilidad ABO y detecta la mayoría de los anticuerpos de los glóbulos rojos del donante.³⁸

Aunque comprenden tanto normas pretransfusionales como para la administración de los CS en general, se definen como prueba de compatibilidad las pruebas analíticas de laboratorio que se llevan a cabo para detectar posibles Anticuerpos (Ac) en el receptor contra Antígenos (Ag) en las células a transfundir. Estas incluyen diferentes estudios en el receptor, determinación de

grupo y Rh, anticuerpos irregulares (AI) y las denominadas Pruebas Cruzadas, que se llevan a cabo en determinados casos entre suero del receptor y células del donante (hematíes o plaquetas) e investigan la presencia de posibles Ac en suero mediante su reacción en diferentes medios físico-químicos.³⁷

Por la importancia de la reacción hemolítica en los casos de incompatibilidad eritrocitaria y la facilidad técnica para realizar las pruebas de compatibilidad con hematíes, estas se llevan a cabo de manera rutinaria en los casos de transfusión. En la transfusión de plaquetas, la compatibilidad sólo se realiza de modo excepcional en casos de sospecha de Ac.³⁹

La compatibilidad eritrocitaria puede explorarse mediante diferentes pruebas de laboratorio, implicando cada una de ellas un tiempo de realización, un costo y una disponibilidad de la sangre.⁴⁰

La negatividad de las pruebas de compatibilidad, asegura la compatibilidad entre donante y receptor, pero no evita la reacción hemolítica retardada ni la aloinmunización.

En todo paciente candidato a transfusión se deben llevar a cabo la determinación de Grupo AB0, Rh (D) y AI en una muestra de sangre correctamente identificada y con una petición en la que consten antecedentes transfusionales, gestaciones, trasplantes, CS solicitado, diagnóstico y grado de urgencia de la transfusión. La extracción de la muestra será reciente (inferior a 7 días) y, si el paciente ha sido transfundido en los últimos tres meses, con menos de 48 horas.³⁵

Si el paciente es estudiado por primera vez en el Banco de Sangre, en esta muestra se determinará el grupo AB0 en prueba sérico/hemática, Rh (Ag D con control) y cribado de AI, que determinan la presencia de anticuerpos frente a la mayoría de los Antígenos eritrocitarios diferentes del sistema AB0.³⁶

El tiempo de realización de estas pruebas es de unos 10 minutos (3-5 en casos de urgencia) para el AB0 y Rh y de 30-45 minutos para los AI. Los resultados de estas pruebas pueden archivarse para ser consultados en caso

de futuras transfusiones. El AB0 y Rh puede utilizarse indefinidamente, o incluso comprobarse en una prueba rápida. Los resultados de los AI serán válidos si desde que se estudió el paciente éste no ha sido transfundido o, en caso de transfusión, si han transcurrido menos de 48 h. En caso de transfusión o embarazo, es necesario repetir los AI por si ha habido una aloinmunización.³⁹

Actualmente, la composición específica de los hematíes, reactivos y técnicas empleadas en la determinación de Anticuerpos Irregulares hacen que esta prueba sea muy segura. Cuando los AI son negativos, se tiene una alta fiabilidad de que el paciente no tiene anticuerpos (Ac) contra antígenos (Ag)eritrocitarios. La posibilidad de disponer de esa información antes de la transfusión hace que sea una determinación muy importante.³²

En aquellos casos de presencia de Anticuerpos Irregulares, AI Positivos, es fundamental identificar el anticuerpo implicado. Esta técnica es compleja y lleva más de una hora, por lo que es conveniente, siempre que sea posible, realizarla con suficiente anterioridad.

En el caso de la Prueba Cruzada Mayor Completa (PCM) consiste en investigar en el suero del receptor los posibles Ac frente a Ag tanto AB0 como el resto de Ag eritrocitarios de una unidad de sangre (Lublin R.B.C.S. 2000). Para ello, se observa la aglutinación eritrocitaria en la mezcla in-vitro de suero paciente y hematíes del donante.⁴¹ La mezcla se estudia en diferentes medios físico-químicos (incluida la fase antiglobulina) que, modificando las propiedades de suero y hematíes, favorecen la presencia de aglutinación. Cuando no hay aglutinación en ninguno de los medios estudiados, la PCM es negativa para esa unidad específica, hay compatibilidad entre receptor y donante y la unidad se puede administrar. El tiempo necesario para llevar a cabo este estudio es de 45-60 minutos y el costo en reactivos y personal elevado. Esta técnica es imprescindible cuando un paciente tiene AI positivos.⁸

Sin embargo la Prueba cruzada mayor en medio salino (PC en salino). Es una prueba en medio salino que en 2-3 minutos determina la presencia de

Ac, generalmente IgM, en el suero del paciente frente a los hematíes del CH, comprueba la compatibilidad ABO, sin duda la más importante en transfusión.¹⁰

El método de grupo y anticuerpos irregulares en los pacientes en los que ya se han estudiado el grupo ABO, Rh y con AI negativos, podemos descartar razonablemente una reacción Ag-Ac por Ac diferentes del ABO. Este paciente podrá recibir cualquier unidad de sangre, compatible ABO, comprobada con una prueba rápida (PC en salino 2-3 minutos) sin necesidad de hacer una prueba cruzada completa. En algunos casos ésta última se ha sustituido por una comprobación rápida de grupo ABO y Rh de paciente y CH bien en el Banco o a la cabecera del enfermo. Así se asegura la compatibilidad ABO, la más importante sin duda desde el punto de vista transfusional.³

La práctica de AI puede sustituir a la PCM siempre que se asegure una correcta identificación de paciente y muestra, compatibilidad ABO y una técnica correcta de detección de AI. Este método de compatibilidad está muy implantado, sobre todo en la reserva de sangre en cirugía, en pacientes no transfundidos y con probabilidades relativas de uso de sangre.⁴²

Si un individuo necesita una transfusión, se selecciona una unidad de CH con su mismo fenotipo eritrocitario, con lo que se evita la aloinmunización en gran medida, por lo que no considera necesaria la realización de AI ni PCM salvo caso de inmunización.⁴

La Prueba de Coombs directa consiste en la administración de un "anti-suero" que contiene anticuerpos dirigidos contra una serie de moléculas presentes en la membrana de los eritrocitos; la unión del anti-suero con estos eritrocitos ocasiona una reacción inmediata de aglutinación. La prueba de Coombs se utiliza como método diagnóstico de enfermedades como las anemias hemolíticas, la enfermedad hemolítica del recién nacido y en las reacciones transfusionales.²³

A diferencia de la prueba de Coombs directa, la prueba indirecta se basa en la "incubación" del suero del paciente con una muestra de sangre tipo O, y

posteriormente se procede a administrar el "anti-suero". A diferencia de la prueba directa, en la prueba indirecta se busca la presencia de "anticuerpos" en el suero del paciente y no "anticuerpos" pegados a la superficie de los glóbulos rojos. La prueba indirecta se usa para realizar "tipificación" de grupos sanguíneos, pruebas sanguíneas cruzadas y como método de rastreo para evitar reacciones transfusionales.²⁴

Una vez realizadas las pruebas adecuadas y dependiendo de la urgencia o existencia en el inventariado del banco de sangre es posible determinar qué tipo de sangre es compatible para cada uno de ellos como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Compatibilidad sanguínea.

Tabla de compatibilidad entre grupos sanguíneos								
Receptor	Donante							
	O-	O+	A-	A+	B-	B+	AB-	AB+
O-	•							
O+	•	•						
A-	•		•					
A+	•	•	•	•				
B-	•				•			
B+	•	•			•	•		
AB-	•		•		•		•	
AB+	•	•	•	•	•	•	•	•

Fuente⁸

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Universo de Trabajo

El presente estudio se realizó principalmente en diferentes comunidades de la Costa Agrícola de Caborca Sonora, las cuales comprendieron a las poblaciones Jesús García, Viñedos Viva, Plutarco Elías Calles, Desemboque y Pitiquito, Sonora.

Se tomó una muestra de sangre mediante punción capilar para cada paciente en cada localidad visitada sin hacer ningún tipo de discriminación social, por lo cual la brigada atendió a cada habitante que acudió al lugar de análisis brindado por las comunidades visitadas y dirigió su atención a aquellas personas con mayor problema económico y cuyos recursos son limitados.

Se logró la tipificación de 557 personas para las cuales no hubo ninguna restricción de edad, por lo que se atendieron pacientes desde neonatal hasta personas de la tercera edad.

Se estableció un horario de inicio para todas las localidades, el cual comprendía desde las 07:00 - 12:00, o bien, hasta que asistiera el último voluntario de cada zona.

5.1 ZONA DE INVESTIGACIÓN

El Estado de Sonora cuenta con una superficie territorial de 184,934 km², forma parte de los Estados Unidos Mexicanos, y se encuentra ubicado en su lado noroeste y ocupa el segundo lugar en extensión de entre todas las entidades federativas de la República, con una porción de 9,2% del total de la superficie.

Su situación geográfica, se sitúa entre los 32°29' y los 26°14' de latitud Norte y entre los 108°26' y los 105°02' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Limita al Norte con los Estados Unidos de América, al Sur con el Estado de Sinaloa, al Este con Chihuahua y al Oeste con el Golfo de California y Baja California. Su fisiografía está constituida en su mayoría por llanuras y sierras. El territorio es ancho en su parte septentrional y se va angostando poco a poco en su dirección al sur.

Sonora es un Estado montañoso por encontrarse en la vertiente exterior de la Sierra Madre Occidental. Presenta un marcado declive hacia el Golfo de California, que baja de una altura en la Sierra de Álamos. Las serranías están orientadas en el sentido sur-sureste y norte-noreste entre las cuales se forman valles longitudinales a las márgenes de los ríos que a veces se cortan por despeñaderos y acantilados, para abrirse con mayores dimensiones al aproximarse a la costa, hasta terminar en páramos o desiertos que adquieren su mayor extensión en los municipios de Pitiquito y Caborca.

La población de Caborca se localiza en el paralelo 30°42' de latitud Norte y el meridiano 112°09' de longitud al Oeste de Greenwich, a una altura de 289 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al Norte con los Estados Unidos de Norteamérica, al Este con el municipio de Altar, al Sureste con el de Pitiquito, al Noroeste con el de Puerto Peñasco y al Suroeste con el Golfo de California.

Posee una superficie de 10.721,84 Km², que representan el 17,1 % a nivel Distrito, 5,78 % del total estatal y el 0,54 % del total nacional; las localidades más importantes además de la cabecera, son: Colonia Oeste, Josefa Ortiz de Domínguez, Plutarco Elías Calles y Juan Álvarez.

El municipio de Caborca cuenta con un clima seco semicálido extremo, con una temperatura media máxima mensual de 40,9°C en los meses de junio a septiembre, de 12,4 °C en diciembre y enero, una temperatura media anual de 32.3°C, sus temperaturas durante el verano pueden superar los 40 °C e incluso llegar a los 45 °C. El período de lluvias se presenta en verano en los meses de julio y agosto contándose con una precipitación media anual de 164 milímetros.

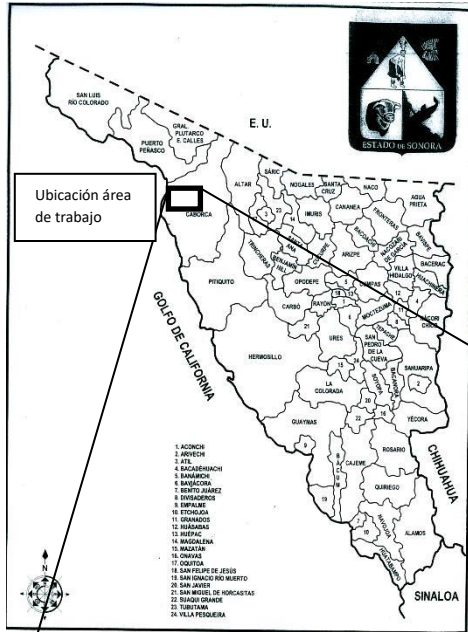
La zona ejidal Jesús García fue la primera analizada, está situada en el municipio de Caborca y cuenta con una población de 303 habitantes, su altitud es de 200 metros, se localiza a 30°43' latitud Norte, 112°23' longitud Oeste.

La investigación se extendió a la localidad de Viñedos Viva la cual se localiza a 30°44' latitud Norte, 112°27' longitud Oeste, en el municipio de Caborca con una población de 127 habitantes.

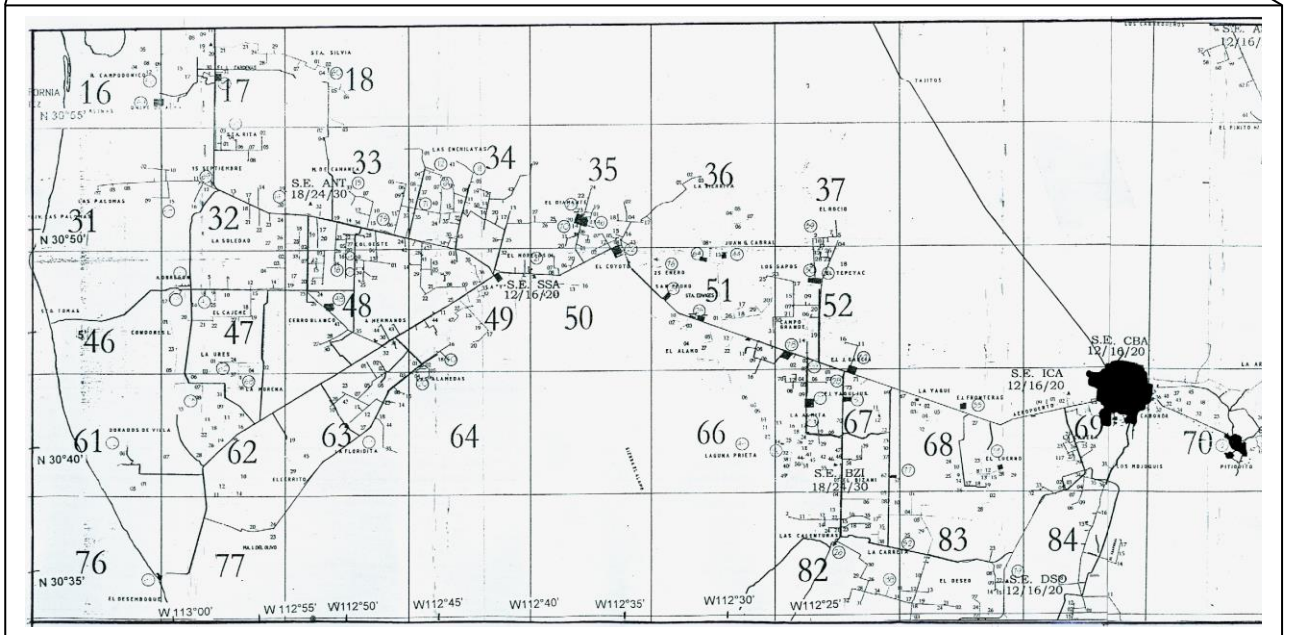
El poblado Plutarco Elías Calles(Y Griega) el cual pertenece al municipio de Caborca Sonora, cuenta con una población de 3725 habitantes y con una altitud de 100 metros sobre el nivel del mar, se localiza a 31°19' latitud Norte, 113°32' longitud Oeste.

El Desemboque se encuentra localizado en las coordenadas geográficas 29°30' Norte, 112°23' Oeste, con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar y con una población de 733 habitantes en el municipio de Caborca Sonora.

Finalmente la cabecera municipal de Pitiquito Sonora, fue el último en la investigación, está ubicado en el Noroeste del estado de Sonora, se localiza en el paralelo 30°40' de latitud Norte y a los 112°04' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 305 metros sobre el nivel del mar con una población de 9468 habitantes.



ÁREA DE TRABAJO



Fuente⁴⁵

5.2 ACTIVIDADES.

Toma de muestra.

Para lograr la identificación y tipificación de los diferentes grupos sanguíneos en cada comunidad visitada, se optó por adquirir la muestra por el método de punción capilar, ésto, durante la realización de servicio social comunitario, en el proyecto “Brigadas Comunitarias de Servicio Social en Salud. Monitoreo de los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos en pacientes portadores de enfermedades crónicas degenerativas como diabetes y alta presión arterial en grupos vulnerables de la población marginada e identificación de grupos sanguíneos”.

Método por punción capilar.

A continuación se describe el proceso al realizar este método, el cual fue utilizado de manera estandarizada por los brigadistas, (alumnos de la carrera de Químico Biólogo Clínico) en cada comunidad visitada.

- De preferencia el dedo a utilizar, debe ser el cuarto dedo (anular) de la mano izquierda en el caso de los diestros, (la idea es evitar las molestias posteriores de la prueba, es por eso que se realiza en la mano que menos utilice el paciente).
- Se limpia el dedo del paciente o voluntario, frotando suavemente con un algodón bañado en alcohol y se hace una punción en el mismo con una lanceta (Accu-Chek).
- Lo siguiente es tener a la mano el porta objetos (PROLAB) limpio, una vez hecha la punción se realiza presión sobre el dedo hasta extraer 3 gotas de sangre y colocarlas de manera individual en el portaobjetos.
- Se le facilita al paciente algodón con alcohol, para que lo coloquen en la punción y así detener el sangrado.

- Inmediatamente se procede a adicionar y mezclar los respectivos antisueros (BiotecLaboratoriesLtd) anti A, anti B y anti D, en cada una de las gotas de sangre colocadas en el porta objetos; para poder realizar el proceso de mezcla, se utiliza un, palillo o agitador y se hace que cada reactivo quede bien combinado con la sangre.
- Luego de haber realizado todo lo anterior mencionado se espera y se observa cuidadosamente, qué gota y con qué reactivo aglutinó.

Tomando muestras en Viñedos Viva.





6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del servicio social comunitario se presentan a continuación, desarrollando para cada comunidad visitada los resultados recopilados, así como la distribución y frecuencia de cada grupo sanguíneo identificado.

En la figura 1 se encuentran representados los grupos sanguíneos que se lograron identificar para el poblado Jesús García, como se puede apreciar existe un índice de frecuencia muy alto para grupo sanguíneo O (+) que representa el 83.60% de los habitantes atendidos, seguido de 14.75% correspondiente a A (+) y en el cual solo se logró identificar a una persona con grupo AB (+), no hubo identificación de Rh (-) ni de los grupos restantes.

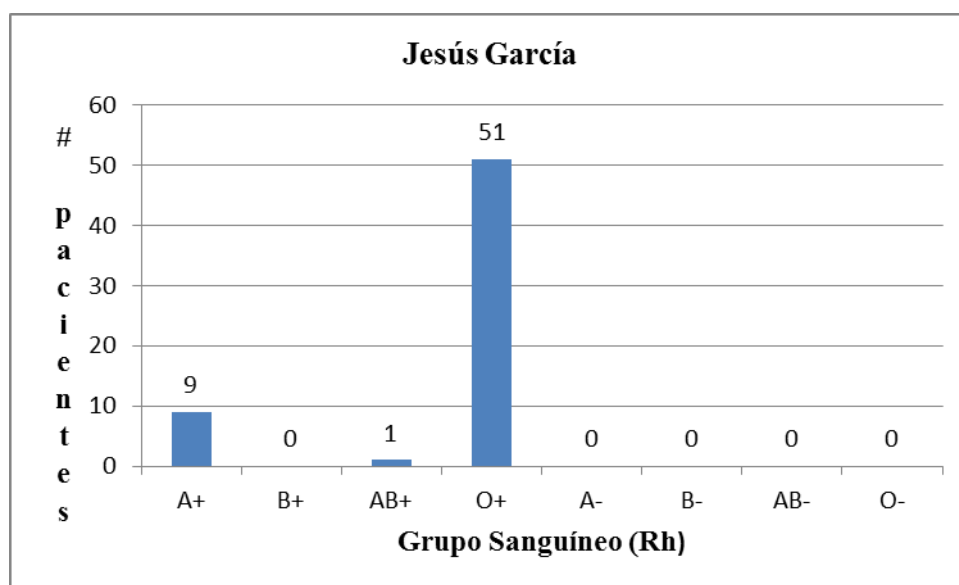


Figura 1. Frecuencia de grupos sanguíneos identificados en la comunidad Jesús García, en el municipio de Caborca, Sonora.

Los resultados correspondientes a la comunidad de Viñedos Viva se presentan en la figura 2, nos indican una frecuencia sumamente inclinada para las personas de grupo O (+), los cuales de un total de 158 personas, el 84.17% corresponde a dicho grupo sanguíneo, mientras que el 13.29% es A (+), solo el 2.53% es B (+) y no se logró identificar a ninguna persona con el grupo AB.

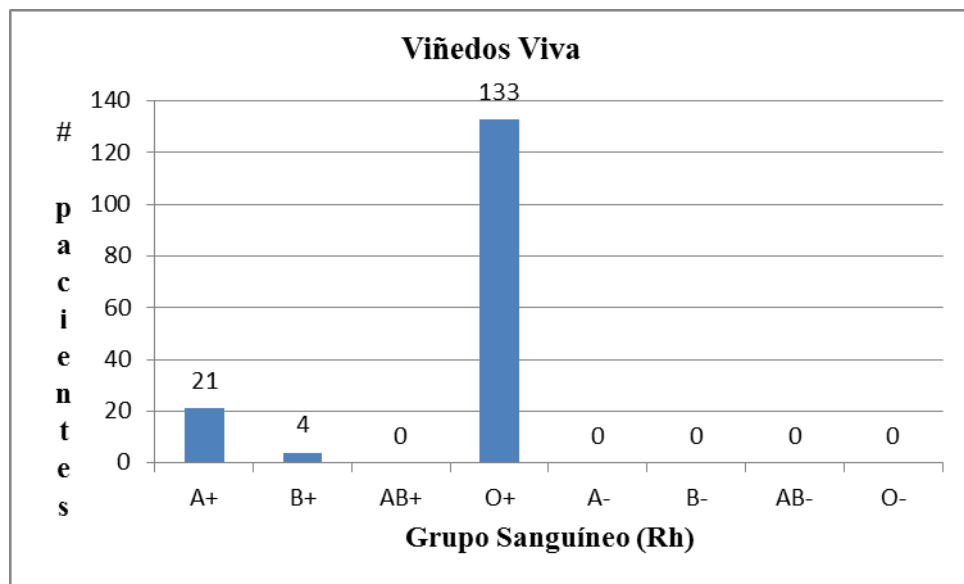


Figura 2. Frecuencia de grupos sanguíneos identificados en la comunidad Viñedos Viva, en el municipio de Caborca, Sonora.

Los resultados que se muestran en la figura 3, reflejan los datos obtenidos en el poblado Plutarco Elías Calles, en el cual se atendieron un total de 61 pacientes, de los cuales se observa una mayor frecuencia de personas con grupo O (+) representando al 72.13% de los atendidos, mientras que el 22.95% corresponde al grupo A(+) y con un 3.27% al grupo B (+), sin embargo, se logró identificar al menos una persona perteneciente al grupo A Rh (-).

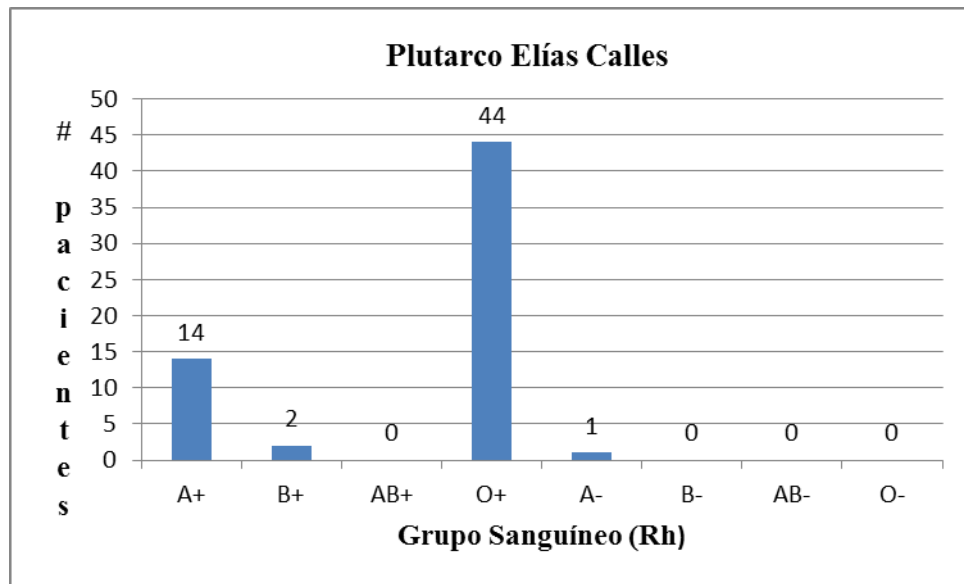


Figura 3. Frecuencia de grupos sanguíneos identificados en el poblado Plutarco Elías Calles, en el municipio de Caborca, Sonora.

En la figura 4 podemos observar una mayor variedad de grupos sanguíneos, esto en la región del Desemboque, en el cual se atendieron un total de 103 personas, donde los resultados obtenidos demuestran una frecuencia mayor para el grupo O (+) representando al 55.33% de los pacientes, inmediatamente después aparece el grupo A (+) con un 26.21%, seguido de individuos B (+) con 11.65%, en el caso de los pacientes AB (+) y O (-) se encontraron con la misma frecuencia representando al 2.91%, mientras que para el grupo B (-) solo se identificó a un solo individuo.

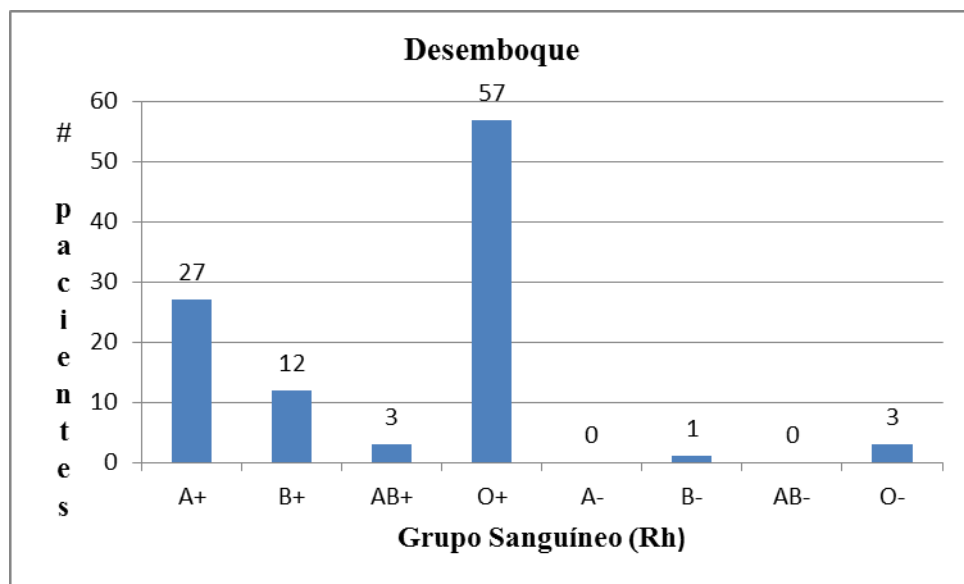


Figura 4. Frecuencia de grupos sanguíneos identificados en la región del Desemboque, en el municipio de Caborca, Sonora.

Por último la figura 5 presenta los resultados obtenidos en la cabecera municipal de Pitiquito, Sonora. Lugar en el que se atendieron a un total de 174 pacientes donde se encontraron que la mayoría de los grupos sanguíneos pertenecen al grupo O (+) con un 55.74%, seguido de A (+) con un 28.16%, mientras que para B (+) 8.04% y para AB (+) un 3.44% mientras que corresponde a Rh (-) se lograron identificar una persona A (-), una de grupo B (-) y 6 individuos de tipo O (-).

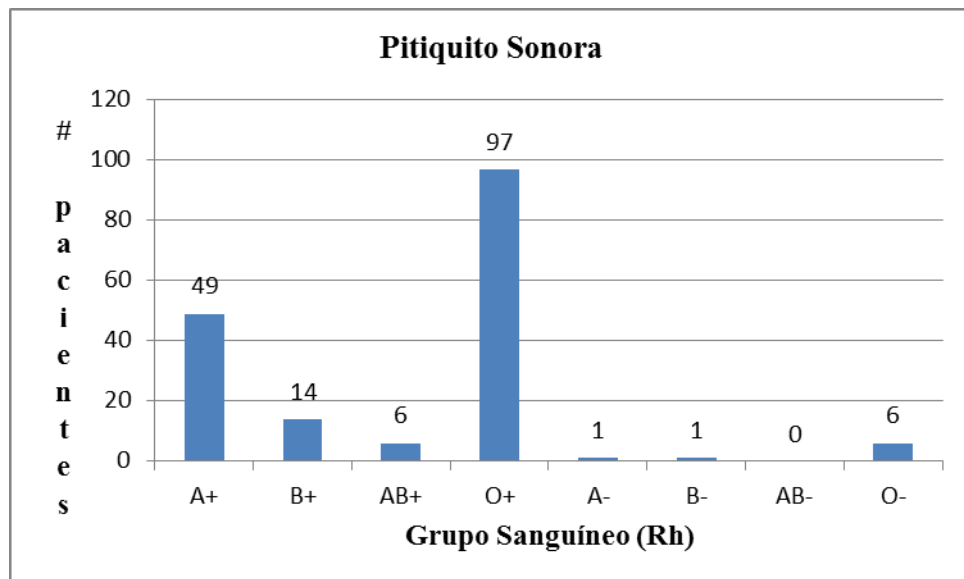


Figura 5. Frecuencia de grupos sanguíneos identificados en la cabecera municipal de Pitiquito, Sonora.

De ésta manera podemos observar que los porcentajes obtenidos en el presente estudio son muy similares entre sí, destacando tanto en la cabecera municipal de Pitiquito, Sonora el grupo O (+), con un porcentaje de 55.74%, al igual que en Jesús García con un 83.60%, Viñedos Viva con un 84.17%,

Plutarco Elías Calles con un 74.13% y Desemboque 55.33%, lo que nos indica una incidencia sumamente alta de dicho grupo para ambas regiones, así como un porcentaje similar de grupo A (+) para cada poblado, colocándolo en cada uno de ellos en segundo lugar en frecuencia.

Se estableció una lista de donadores voluntarios, misma que se entregó a los representantes de cada zona ejidal visitada. (Anexo 4). Esta lista es de gran importancia ya que puede representar un factor muy importante en casos en que alguna de las personas que habitan en la región se vea en la necesidad de recibir transfusión sanguínea.

Para clarificar los resultados obtenidos se anexa la siguiente tabla.

Cuadro 5. Porcentaje de incidencia de los grupos sanguíneos y Rh identificados.

Grupo Sanguíneo	Rh	%
A	+	21.54
B	+	5.74
AB	+	1.79
O	+	68.58
A	-	0.17
B	-	0.35
AB	-	0
O	-	1.61

Toda comunidad requiere de atenciones por parte de la sociedad, sobre todo en las zonas de mayor marginación y pobreza, cada año cientos de familias indígenas llegan a nuestra región en busca de una mejor calidad de vida y nuestro trabajo como parte de la sociedad y prestadores de servicio social comunitario, fue el de identificar a los diferentes grupos sanguíneos y Rh

que existen, con el fin de combatir la pobre o quizás nula donación de sangre voluntaria que existe hoy en día en esas regiones y con los resultados obtenidos podemos concluir que este trabajo como brigadista fue de gran importancia, tanto para la población marginada como para las comunidades de la región en general y en lo personal porque se logró poner en práctica los conocimientos obtenidos en la carrera de Químico Biólogo Clínico.

7. CONCLUSIONES

1. Los datos obtenidos en nuestra investigación podemos destacar la alta incidencia del grupo O Rh (+) que existe en la región de estudio (68.58%) lo cual se hizo notar en cada poblado visitado, seguido en segundo lugar del grupo A (+) (21.54%).
2. Los grupos fueron identificados para todas las etapas de crecimiento, lo que nos proporciona información de suma importancia ya que a partir de los 18 años de edad cada individuo puede ser donante hasta la edad que crea pertinente el médico.
3. Dentro de este análisis es muy importante el recalcar que la mayoría de los atendidos fueron personas de bajos recursos que no contaban con dicha información, por lo que la importancia de este servicio social no solo fue el proporcionarles la identificación de su grupo sanguíneo, sino que también los padres de familia hicieran conciencia de la problemática que existe hoy en día haciéndoles saber a sus hijos lo importante que es el ser un donador voluntario.
4. Los resultados también demuestran una baja frecuencia con respecto a la identificación de grupos sanguíneos Rh (-) en toda la región de estudio (2.13%), mas sin embargo se lograron identificar al menos una persona para cada grupo sanguíneo Rh (-) (A-, B-,O-) con la excepción de AB (-) que en cuyo caso no se identificó en ninguna de las comunidades visitadas, por lo que sería de suma importancia seguir con esta investigación.
5. Los resultados que nos muestra el estudio en cada localidad visitada nos demuestran que tanto en la cabecera municipal de Pitiquito, Sonora, así como en las comunidades visitadas de la costa agrícola de Caborca, Sonora, la frecuencia de los grupos sanguíneos es muy similar entre sí, de ésta manera podemos concluir que el predominio del grupo O (+) es alto en ambas regiones.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1 http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S086421251997000400015&script=sci_arttext, consultado 21 Enero 2013.
- 2 <http://www.historiadelamedicina.org/landsteiner.html>, consultado 22 Enero 2013.
- 3 Rodríguez Mollado H. 2004. El Banco de Sangre y la Medicina Transfusional. Ed. Panamericana. Mexico D.F, p. 61-69.
- 4 Juliao O. 1999. Selección del Donante. Ed. Panamericana. Mexico D.F, p. 230-236.
- 5 Linares J. 1999. Inmunohematología y Transfusión Principios y Procedimientos. Cromotip C.A. Caracas Venezuela p. 100- 112.
- 6 Casas A, Salve M, Amich S, Prieto S. 1994. Laboratorio Clínico, Hematología. Ed. Interamericana, MacGraw. MexicoD.F,p. 315-325.
- 7 Farías Guillermo. 1993. Química Clínica. Ed. Copulco S.A. de C.V. Guadalajara p. 573-581.
- 8 Dueñas Víctor Hugo. 2006. Medicina Transfusional. Ed. Universidad del Valle p.Mexico D.F, 59-67.
- 9 R.S. Hillman, D.R. Boggs. 1998. Manual de Hematología. Ed. El manual Moderno. Mexico D.F, p. 409-414.
- 10 Dueñas Víctor Hugo. 2003. Banco de Sangre. Ed. Universidad del Valle. Mexico D.F, p. 15-23.
- 11 Pindyck J. Arvon J. 2002. Blood Donation.Blackwell Scientific.Washington D.C. p. 1186-1188.
- 12 Rosenfield R. E. 1990. Transfusion.J. Lab. Massachusetts p. 287-295.

- 13 Mollison P.L. Contreras M. 1997. Blood Transfusion in Clinical Medicine. Oxford Blackwell p. 203-212.
- 14 Haesche, C. 2003 Investigación Serológica de Discrepancias ABO, Segundo Simposio de Inmunohematología y Medicina Transfusional. Tampa Florida, p. 42-44.
- 15 Linares J. 1986. Inmunohematología. Cromotip C. A. Caracas Venezuela p. 51-60.
- 16 Wallace M. E. Gibbs F. 2000. Blood Groups System: ABH. Montgomery Publication. Arlington V.A.p. 152-160.
- 17 Levine P. Stetson. 1994. An Unusual Case of Intragroup Agglutination. Ed. West. Arlington V.A, p. 122-127.
- 18 Mallory D. M. Issit P.D. 1998. ABO Blood Groups. Durham NC. Montgomery Scientific p. 5-11.
- 19 Almara A. García M, Valverde. 1999. Hemolisis por Complemento y Subgrupos del Sistema ABO. Ed. McGraw-Hill. Mexico D,F, p. 90-104.
- 20 Vengelin-Tyler. 1999. Technical Manual of Blood Banks. Ed. Bethesda. Mexico D.F, p. 210-225.
- 21 Cortez A. García. 1996. Prevalencia de Marcadores para Infecciones Transmisibles por Transfusión en Donantes Voluntarios. Colombia Médica. Colombia, p. 11-15.
- 22 Landstainer K. 1996. Agglutinable Factor in Human Blood Recognized by Inmune Sera for Rhesus. Proc. Sol. Exp. Brol. NY. p. 43- 60.
- 23 Croker John. 2007. La Ciencia del Diagnóstico del Laboratorio. Ed. McGraw. Mexico D.F, p. 295-301.
- 24 Bello Abel. 2001. Hematología Básica. Ed. Prado Mexico D.F. p. 517-525.
- 25 Tristán G. Parlow. 2009. Inmunología Básica y Clínica. Ed. McGraw Hill. Mexico D.F, p. 289-299.

- 26 Gordon Benjamín L. 2000. Lo Esencial de la Inmunología. Ed. El Manual Moderno S.A.Mexico D.F, p. 160-170.
- 27 Menithove J. E. 1999. Standards for Blood Banks and Transfusion Services.Bethesda, M,D. American Association of Blood Banks. N.Y, p 120-126.
- 28 Weir.D. M. 1998. Inmunología. Ed. El Manual Moderno S.A.Mexico D.F, p. 180-185.
- 29 Rojas Oscar. 2003. Inmunología (de memoria). Ed. Panamericana.Mexico D.F, p. 275-287.
- 30 Argall. C. L. 1998. Presencia de Anticuerpo anti D en Suero. J. Lab. Clin. Med. Monterrey N. L, p. 890-895.
- 31 Race R.R. 1998.Blood Groups in Man. Blackwell Scientific. Washington D.C, p. 3-12.
- 32 Carrillo Joaquín. 1998. Casos Clínicos, Hematología. Ed. Interamericana. MacGraw. Mexico D.F, p. 12-19.
- 33 Lomas C. Mc. Coll. K. 1996. Complexities of the Rh Antigen D. Trans Med.Washington D.C, p. 60-69.
- 34 Ruiz Arguelles. 2009. Fundamentos de la Hematología. Ed. Panamericana. Mexico D.F, p. 297-314.
- 35 Jeter E.K. 2000.Introduction to Transfusion Medicine.American Association of Blood Banks. Chicago Illinois, p. 6-68.
- 36 Núñez M. 1998. Inmodulacion Asociada con Transfusiones de Sangre. Ed. Bethesda. Mexico D.F, p. 12-20.
- 37 Dodd R.Y. 1998. The Risk of Transfusion- Transmitted Infection. N. Eng. J. Med. Washington D.C, p. 327-333.
- 38 Organización Mundial de la Salud. 2000. Guía Central de Implementación de los Estándares de Trabajo para Bancos de Sangre. Mexico D.F, p 7-1.

- 39 Indrykovs A.J. 2000. Transfusion Support for Trauma and Burn Patient. Washington D.C., p. 164-166.
- 40 Zuck T.F. 1987. Policy of Zero Risk Blood Supply Transfusion. Ed. Bethesda. Mexico, p. 432-445.
- 41 Guhl F García. 1998. Riesgo de Enfermedad de Chagas, Transfusional en Colombia. Medicina Transfusional. Mexico D.F, p. 4-9.
- 42 Rodríguez Moyado, Vázquez de Ch. M.C. Procedimientos Básicos para la Selección de un Donador de Sangre en la Ciudad de México. Rev. Med. IMSS 1996.
- 43 Datos del Banco Central de Sangre del Centro Médico Nacional SXXI, Instituto Mexicano de Seguro Social 1997.
- 44 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA2-1998, para la Disposición de Sangre Humana y sus Componentes con fines Terapéuticos.
- 45 Oficina de Sanidad Vegetal de H. Caborca Sonora.

9. ANEXOS

9.1 La técnica recomendada para identificación de grupos sanguíneos es la tipificación en tubo que se describe a continuación:

Tipificación en tubo:

- I. Se prepara una suspensión de glóbulos rojos al 5%, previamente lavado en solución fisiológica.
- II. En una gradilla colocar 4 tubos de ensaye de 10 x 75, marcados con las letras A, B, AB y Control.
- III. En cada tubo poner una gota de suspensión de glóbulos rojos al 5%.
- IV. En el tubo marcado con A poner una gota de suero anti A, en el tubo marcado con B, poner una gota de suero anti B, en el tubo AB una gota de suero anti AB
- V. Se debe hacer un control agregando a 1 tubo con una gota de albúmina bovina al 22 %.
- VI. Mezclar perfectamente los tubos y dejar reposar por dos minutos.
- VII. Mezclar nuevamente y se procede a centrifugar a 2,500 rpm durante un minuto.
- VIII. Se sacan los tubos cuidadosamente de la centrifuga evitando que se mezclen los glóbulos rojos que quedan depositados en el fondo de los tubos y para efectuar la lectura se sacuden cuidadosamente el botón del fondo, uno por uno buscando si existe aglutinación macroscópica.
- IX. Si la aglutinación tuvo lugar, puede comprobarse en el líquido los hematíes que nadan y flotan formando pequeños agrupamientos, si el resultado es negativo los glóbulos rojos se distribuyen uniformemente por el líquido.
- X. El resultado se reporta de acuerdo a la intensidad del grupo y al color de líquido sobre nadante, de una o varias cruces, hasta cuatro.
- XI. Si existe duda en la lectura se podrá observar al microscopio una gota o también se pueden incubar los tubos a 37° C durante 30 minutos.

9.2 En los casos en que se logró identificar grupos Rh (-) se recomienda la técnica descrita a continuación ya que es posible que exista una expresión débil o incompleta del factor Rh.

Determinación del antígeno Du:

- I. Preparar glóbulos Rh negativos al 5%.
- II. Marcar dos tubos No 1 problema y No 2 control, agregar en cada tubo dos gotas de la suspensión de glóbulos rojos.
- III. Al tubo No 1 agregar una gota de suero Anti-D y una gota de Albúmina bovina al 22%, al tubo No 2 dos gotas albúmina bovina al 22%.
- IV. Mezclar y dejar reposar durante dos minutos.
- V. Centrifugar en busca de aglutinación.
- VI. Lavar por tres ocasiones.
- VII. Después del último lavado, decantar completamente y agregar dos gotas de Antiglobulina humana a cada tubo.
- VIII. Incubar durante 15 minutos a 37° C
- IX. Centrifugar a 3,500 rpm x 1 minuto.
- X. Leer sobrenadante y despegar el botón fondo del tubo cuidadosamente en busca de aglutinación.
- XI. Reportar por escrito.

Observaciones:

- El tubo control no debe estar aglutinado.
- Si en el tubo problema hay aglutinación, existe factor Du.

9.3 Brigadas de servicio social comunitario y su desempeño.

Al finalizar la investigación en cada poblado visitado, se realizaron pláticas en relación con enfermedades crónico-degenerativas, lo cual abarcaban información sobre diabetes, problemas de colesterol y triglicéridos, esto, con el fin de que las personas hicieran conciencia sobre la alimentación que llevaban día a día e informarles la problemática que existe actualmente sobre síndrome metabólico.

También se efectúan talleres de elaboración de leche de soya para cada comunidad visitada, para informar a la comunidad lo importante que es el balancear la dieta alimenticia y hacerles saber que existen alimentos muy nutritivos que se tienen a la mano y que se deben aprovechar, esto con el fin de que cada padre de familia, le imparta estos conocimientos a sus hijos y lograr así con el tiempo una mejor calidad de vida.

9.4 A continuación se presenta un banco de donadores obtenido en la investigación.

PITIQUITO SONORA

DONADOR	Tipo	Rh
Acuña Alcantar Claudia Gabriela	O	+
Acuña Alcantar María de los Ángeles	A	+
Aguayo Huerta Aníbal	AB	+
Amarillas Flores Gregorio Alfredo	A	+
Andrade Álvarez María Guadalupe	O	+
Andrade Álvarez Rosalía	O	+
Araiza Ibarra Luis Alberto	A	+
Armenta Lizárraga Ramón Enrique	A	+
Armenta Rodríguez David Silvestre	B	+
Arrayales Salcido Roberto	A	+
Bañuelos Trujillo José Raúl	O	+
Bañuelos Trujillo Luz Alejandra	A	+
Bejarano Bermúdez Yadira Berenice	O	+
Berumen Ríos Lucila	B	+
Bovey Figueroa Aníbal	O	+
Bracamontes Carmelo José Alberto	O	+
Bracamontes Domínguez Gildardo	B	+
Cañez Gutiérrez Andrés Alberto	O	+
Cañez Gutiérrez Dora	A	+
Cañez Ozuna María del Carmen	A	+
Cardoso Vega José Jesús	O	+
Cardoso Vega Marilú	O	+
Cardoso Vega San Juana	O	+
Carmelo Delgado Darío	O	+
Casas Ríos José Ramón	A	+
Celaya Melendrez Jaime	B	-
Celaya Oros Leticia	B	+
Celaya Valenzuela Álvaro	A	+
Chaparro Chávez Jesús Gabriel	O	+
Chávez Barreda Emilio	O	+
Colores Castro Francisco Javier	O	+
Córdova Gamboa Manuel Alberto	A	+
Córdova Ubari Juan Carlos	O	-

Corrales Montijo Felipe	O	+
Corrales Soto Elda Guadalupe	B	+
Cruz Martínez Ramón Ángel	O	+
Cuellar Ramírez Elvia	O	+
Delgado Fierro María de los Ángeles	O	+
Díaz Aguilar Angelino	A	+
Díaz Aguilar Margarita	A	+
Díaz Aguilar Rubén	O	+
Domínguez Celaya Santos Miguel	O	+
Domínguez García Cecilia	A	+
Domínguez García Francisca	O	+
Duran Velázquez Nilsa Guadalupe	A	+
Estrada José Jesús	A	+
Flores Barrera Aira	O	+
Flores Verduzco Josefina	AB	+
Galindo Arvizu Pedro	O	+
Gallegos Redondo José Mario	A	+
Gálvez Cañedo Blanca Esthela	O	+
Gamboa Salazar Roberto	O	+
Gámez Calzada Griselda	O	+
García Álvarez Vilma Isabel	O	+
García Lorigo Juana	O	+
García Martínez María Evelia	A	+
García Torres Gema Dolores	O	+
Gaspar Melendrez José Aurelio	O	+
Gaxiola Cuellar José Ernesto	O	+
Gaxiola Domínguez Irma Lorena	B	+
Gaxiola Domínguez José Manuel	B	+
Gómez Moreno Francis	O	+
Gómez Vázquez María del Rosario	O	+
González Calzada Amaranto	A	+
González Minjarez Adrián	O	+
Granados Castro Francisco Javier	A	+
Granillo Daniel Concepción	AB	+
Grijalva Lorigo Rafael Francisco	B	+
Grijalva Navarro Carmen Aida	O	+
Grijalva Navarro Jesús Armando	O	+
Guevara Barajas María Candelaria	B	+
Gutiérrez Méndez Anabel	O	-
Ibarra Ruiz Ramón	A	-
Jabalera Corrales Milvia	A	+
Juárez Velásquez Rolando Antonio	O	+
Lara Ríos Alitzeh Enrique	A	+

León García Ángel Adolfo	O	-
León Leyva Adolfo	A	+
León Ortega Jesús Francisco	O	+
León Urrea Eva Mariela	O	+
Leyva Bermúdez Jaime	O	+
Lizárraga González Salvador	A	+
Lizárraga Méndez Raúl Enrique	O	+
Lobio León María Guadalupe	AB	+
López López Susana Mariela	A	+
López Miranda Sonia	A	+
López Noriega Rosa Angélica	O	+
Loroña Corrales Alan Agustín	A	+
Lugo Aguirre Jhobany Guadalupe	O	+
Martínez Méndez Carolina	O	+
Martínez Verdugo Misael	O	+
Martínez Verdugo Sara	B	+
Matuz Torres Ricardo	O	+
Mazón Burruel Damián	O	+
Mazón Burruel David	O	+
Mazón Fuentes Carlos	O	+
Medina Hernández Felicitas	O	+
Medina Hernández María Rufina	O	+
Méndez Ton Gloria	O	+
Méndez Valenzuela Francisca Dalia	O	+
Mendivil Burgos Claudia	O	+
Mendivil Burgos Dolores Iliana	B	+
Miranda Muñoz Alejandrina	A	+
Molina Gamboa Blanca Haydee	A	+
Molina Granados Francisco Javier	O	+
Molina Granados Isidro	O	+
Molina Granados María Elvira	O	+
Molina Granados Ramón Ángel	O	+
Monreal Ontiveros Mario	O	+
Monroy Pinedo Alma Carmina	O	+
Monroy Pinedo Maricela	O	+
Monroy Pinedo Rubén	A	+
Montaño Ortega Lizbeth María	B	+
Montaño Ortega Magnolia Iralí	A	+
Morales Reyna Juan Carlos	O	+
Neblina Calzada Edmundo Alberto	A	+
Noris González Abelardo	O	+
Núñez García María Olga	A	+
Ochoa Salazar Francisca Guadalupe	O	+

Ortega Granados Flor Eduwiges	O	+
Ortega Mange Rosa Delia	A	+
Osuna Mazón Luz Haydeé	O	+
Osuna Mazón Silvia Anel	O	+
Parra Gaxiola Shamir	O	+
Pineda Medina Ana Karina	A	+
Pinedo Mares Ramón Alberto	O	+
Pino Domínguez Blanca Elsa	A	+
Pino Méndez Ramón Ángel	A	+
Ramírez Martínez Martin	O	+
Ramírez Medel Leopoldo	O	+
Ramírez Medel Martín	O	+
Reyna Salgado Irma Araceli	O	+
Reyna Salgado Jesús Antonio	O	+
Reyna Valenzuela Aralia Elizabeth	A	+
Rodríguez Francisco Javier	O	-
Rodríguez Ibáñez Jesús Aidé	A	+
Rodríguez Pedro Osvaldo	O	-
Rodríguez Rivera Eloísa	A	+
Rodríguez Rocha Héctor Abel	O	+
Rojo García María Luisa	O	+
Romero Urías Guadalupe	O	+
Ruiz Gaxiola Diana Lizeth	AB	+
Sabori Bermúdez Martha Margarita	O	+
Salazar Ruiz Leslie Guadalupe	O	+
Sánchez García María de Jesús	B	+
Santos Medina Alma Rosa	A	+
Sotelo García Yesenia	O	+
Suarez Rodríguez Román	A	+
Torres Otero Orlando	O	+
Ureña Portales Agustín	A	+
Urías López Francisco Javier	A	+
Urrea Valenzuela Norma Alicia	O	+
Valencia Camacho Jonathan	A	+
Valencia León Francisco Mario	O	+
Valenzuela Álvarez Norma Alicia	O	+
Valenzuela Figueroa Elba Guadalupe	O	+
Valenzuela González Luz Mercedes	O	+
Valenzuela Montaña Alfonso Federico	O	+
Valenzuela Ubari Agustín	O	+
Valenzuela Ubari Cinthya Alejandra	O	+
Valenzuela Ubari Francisco Gilberto	O	+
Valenzuela Ubari Jorge Iván	O	+

Vargas Villavicencio Alejandro	O	+
Vásquez Almuina Marisa	A	+
Vejar Zúñiga Lorenia	O	+
Velazco Corrales Rafael	A	+
Velázquez García Ana Karen	A	+
Velázquez González Ernesto	A	+
Velázquez González Gabriel	AB	+
Vidal Mendoza Hilda	B	+
Vielmas Valenzuela Glenda Luz	O	+
Ybarra Gaxiola Karen	O	+
Yescas Fuentes Guadalupe Mónica	O	+
Zacarías Monreal Cruz Alicia	O	-

JESÚS GARCÍA

DONADOR	Tipo	Rh
Abarca Callejas Mayra	O	+
Abarca M. Guadalupe	O	+
Balbaneda Janeth	AB	+
Barro C. Nisefora	O	+
Benito Hernández Ángel	O	+
Callejas Hernández Carmen	O	+
Chabelaz Méndez Javier	O	+
Cuautenango Modesta	A	+
Cuautenango O. Silvia	O	+
De Ramona Cantor Margarita	O	+
Derramona Agustina	O	+
Derramona C. Abel	O	+
Derramona Sidronia	O	+
Derramona Urbano	O	+
Deudora Cirilo	O	+
Filomeno C. Marcelino	A	+
Filomeno Cuautenango Margarita	O	+
Filomeno Marilú	O	+
Filomeno Ojeda Alejandro	O	+
Filomeno Tirzo	A	+
García Apantipan Carlos	O	+
García Josefina	O	+
Lucas I. Gabriela	O	+
Medino Silvia	O	+
Méndez A. Lorena	O	+
Méndez Abarca Virginia	O	+
Méndez Corrales Cornelio	O	+
Naus José Tranquilino	O	+
Pascualan Lucía	O	+
Patricio Tecoral Blanca	O	+
R. María Natividad	A	+
Reyes C. Esperanza	A	+
Reyes C. Fernanda	O	+
Reyes Cruz Paula	O	+
Reyes Isaura	O	+
Ríos Filomeno Cirilo	O	+
Romero G. Sergio	O	+
Sánchez Herminia	A	+
Silvestre M. Esthela	O	+

Silvestre Morales Sandibel	O	+
Tecuapa Pérez Enrique	O	+
Tlapayaucli Ángela	O	+
Venegas María Isabel	O	+
Villalba Ana Delia	O	+

DESEMBOQUE

DONADOR	Tipo	Rh
Aispuro Cabrera Perla	O	+
Andrade Brenda Berenice	O	+
Ayón Pérez Eloísa	O	+
Ayón Pérez Lucero	O	+
Ayón Pérez Yadira	O	+
Báez Magdalena	O	+
Ceja Reyes Raúl	A	+
Duran Elizabeth	O	+
Franco María Luisa	B	+
García García Cristina	O	+
Gómez Erasmo	O	+
Guzmán G. Rosalba	A	+
Hernández Jesús	O	+
Hernández Yonatan David	B	+
Jiménez Gabriela	B	+
Jiménez M. Eva	A	+
Juárez Patricia	O	+
Justado Vicente	A	+
Morales D. Victoria	A	+
Ortiz Carmen Julia	AB	+
Ortiz Diana	AB	+
Ramos Araceli	O	+
Rosas P. Gloria	O	+
Sotelo Ranferi	A	+
V. María Luisa	A	+
Zepeda Tania Lizeth	O	+

PLUTARCO ELÍAS CALLES

DONADOR	Tipo	Rh
Delgado Martha	O	+
Días J. Azucena	O	+
Hernández Rogelio	A	+
Lizárraga Ana Verónica	A	+
Márquez María Elena	O	+
Martínez Álvarez Francisco	O	+
Martínez Díaz Feliciano	A	+
Martínez Eva	O	+
Martínez María del Carmen	O	+
Moreno Beatriz	O	+
Ornelas Alejandro	A	+
Ponce Rosa María	A	+
Rangel H. Josefina	A	+
Román D. Gabriela	O	+
Soto Valenzuela Jesús G.	O	+
Vaca Duran Rosa María	O	+
Vizcarra María Dolores	A	-

VIÑEDOS VJIVA

DONADOR	Tipo	Rh
Abarca Callejas Maura	O	+
Barro Callejas Lisepora	O	+
Cuatenango Ortega Magdalena	A	+
Cuautenango Ortega Silvia	O	+
Dávalos Héctor	B	+
De la Cruz Elisea	O	+
Derramona C. Sitronia	O	+
Farías V. Flavia Flaudina	O	+
García Tolentino Alicia	O	+
García Tolentino Valentín	O	+
Juan Jiménez Salvador	O	+
Ortega D. Cecilia	O	+
Ortega Reyes Juana	A	+
Reyes Cruz Esperanza	A	+
Reyes Paula	O	+
Sánchez Tolentino Enedina	O	+
Tlapayautli León Ángela	O	+
Venegas Bernardo	A	+
Yescas Bejarano Janeth	O	+

UBICACIÓN DE LOS POBLADOS EN ESTUDIO

