



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

**SOLUCIONES ADITIVAS ALMACENADOS EN CONCENTRADOS  
PLAQUETARIOS OBTENIDOS POR AFÉRESIS**

**ADDITIVE SOLUTIONS STORED IN PLATELET CONCENTRATES  
OBTAINED BY APHERESIS**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN HEMOTERAPIA Y BANCO DE SANGRE**

**AUTOR:**

**VIANCA LIZANDRA CARDENAS HUATUCO**

**ASESOR:**

**ERIK ALEXANDER SANCHEZ TREGEAR**

**LIMA-PERÚ**

2024



**ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO:**

**Lic. T.M. Erik Alexander Sanchez Tregear**  
**Departamento Académico de Tecnología Médica**

ORCID: 0000-0001-6567-1639

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos ya que ellos me brindan su apoyo infinito para poder cumplir con todos mis proyectos de vida, sobre todo me inspiran para ser mejor persona y una buena profesional.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco la ayuda que me brinda los asesores y la Universidad por el invaluable apoyo en la elaboración y desarrollo del presente del trabajo; y así poder salir satisfactoria en la Segunda Especialidad.

# REPORTE TURNITIN



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

Facultad de  
MEDICINA

SOLUCIONES ADITIVAS ALMACENADOS EN CONCENTRADOS  
PLAQUETARIOS OBTENIDOS POR AFÉRESIS

ADDITIVE SOLUTIONS STORED IN PLATELET CONCENTRATES  
OBTAINED BY APHERESIS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN HEMOTERAPIA Y BANCO DE SANGRE

AUTOR

VIANCA LIZANDRA CARDENAS HUATUCO

ASESOR

ERIK ALEXANDER SANCHEZ TREGGAR

LIMA-PERÚ

2024

## 16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

### Fuentes principales

- 16% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## TABLA DE CONTENIDOS

ASESOR	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
DECLARACIÓN DEL AUTOR	
TABLA DE CONTENIDOS	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN .....	10
OBJETIVOS .....	3
CAPÍTULO I .....	4
I.    AFÉRESIS .....	4
II.   SOLUCIONES ADITIVAS Y SU COMPOSICIÓN .....	5
2.1 PAS A - Plasma-Lyte A: .....	7
2.2 PAS B- SSP-TSol:.....	7
2.3 PAS C - Intersol:.....	8
2.4 PAS D - Composol:.....	9
2.5 PAS E – SSP+:.....	9
2.6 PAS F:.....	10
2.7 PAS G:.....	10
III.  Beneficios del USO de PAS .....	11
3.1. Tiempo de caducidad de plaquetas almacenadas a temperatura ambiente .....	11
3.2    Tiempo de caducidad de plaquetas almacenadas en frío .....	12
3.3 PAS para mitigar las lesiones causadas por la inactivación de patógenos .....	13
3.4 Calidad de los concentrados plaquetarios .....	15
IV.   CONTRAINDICACIONES DEL USO DE PAS.....	16
V.    RESULTADOS CLÍNICOS .....	19
5.1 La reducción de reacciones transfusionales y alérgicas: .....	19
5.2 Reducción de las reacciones hemolíticas ABO.....	20
5.3 Lesión pulmonar relacionada con la transfusión (TRALI).....	20
5.4 Sepsis .....	21
5.5 Incremento corregido del recuento de plaquetas (IRC).....	21
CONCLUSIONES .....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
ANEXOS .....	33

## RESUMEN

En la actualidad la medicina transfusional se ha convertido en uno de los procesos más importantes para todo tipo de tratamiento de patologías, claro ejemplo es el desarrollo del método de AFÉRESIS TERAPÉUTICA.

Las soluciones aditivas de plaquetas (de las siglas en inglés, PAS) son cada vez más populares para el almacenamiento de plaquetas, y está reemplazando constantemente al plasma como medio de almacenamiento de plaquetas. Actualmente, existen 7 soluciones aditivas de plaquetas PAS-A (PAS I), PAS-B (PAS II SSP TSol), PAS-C (PAS III – Intersol), PAS-D (Composol – PS), PAS-E (PAS IIIM SSP+), PAS-F (IsoplatePlasmalyteA), PAS-G, teniendo una serie de beneficios, tanto para la calidad de los concentrados de plaquetas como para los pacientes. De igual manera, también se ha notificado una disminución importante del número de reacciones transfusionales, mayor del 60%, tanto alérgicas como febriles.

El objetivo de la monografía fue evaluar las diferentes soluciones aditivas de plaquetas, para ello se realizó la búsqueda de literatura en diferentes bases de datos, libros de consulta, y artículos científicos. Las soluciones aditivas de plaquetas representan un avance significativo para la medicina transfusional, permitiendo reducir el volumen de plasma de los productos plaquetarios para la mejora de la seguridad transfusional y a su vez permitir la estandarización de componentes.

**Palabras claves:** medicina transfusional, soluciones aditivas, PAS, plaquetas, aféresis

## **ABSTRACT**

Currently, transfusion medicine has become one of the most important processes for all types of pathology treatment, a clear example is the development of the THERAPEUTIC APHERESIS method.

Platelet additive solutions (PAS) are increasingly popular for platelet storage, and are steadily replacing plasma as a platelet storage medium. Currently, there are 7 platelet additive solutions PAS-A (PAS I), PAS-B (PAS II SSP TSol), PAS-C (PAS III – Intersol), PAS-D (Composol – PS), PAS-E (PAS IIIM SSP+), PAS-F (IsoplatePlasmalyteA), PAS-G, having a series of benefits, both for the quality of platelet concentrates and for patients. Similarly, a significant decrease in the number of transfusion reactions, greater than 60%, both allergic and febrile, has also been reported.

The objective of the monograph was to evaluate the different platelet additive solutions; for this purpose, a literature search was carried out in different databases, reference books, and scientific articles. Platelet additive solutions represent a significant advance for transfusion medicine, allowing the plasma volume of platelet products to be reduced to improve transfusion safety and at the same time allowing the standardization of components.

Keywords: transfusion medicine, additive solutions, PAS, platelets, apheresis.

## INTRODUCCIÓN

Las plaquetas son los elementos celulares más empleados en terapia transfusional, las cuales intervienen prontamente en la hemostasia primaria junto al endotelio vascular.

(1)

Las plaquetas pueden presentar alteraciones cualitativas y/o cuantitativas que pueden manifestarse en efectos desde la prolongación clínicamente no significativa del tiempo de sangrado hasta defectos en la actividad hemostática que pueden comprometer la vida. La actividad plaquetaria puede ser alterada por fármacos, patologías renales o hepáticas, infecciones y trastornos de la médula ósea. (2)

En medicina transfusional, un concentrado de plaquetas puede ser obtenido de una unidad de sangre total, concentrando las plaquetas ( $6 \times 10^{10}$ ) por centrifugación diferencial en volumen de plasma (50-70 ml) u obtenido por mediante un separador celular (aféresis). (2)

Las soluciones aditivas de plaquetas se empezaron a desarrollar activamente en la década de los años 80 para tener la menor cantidad de plasma posible en un concentrado de plaquetas, porque se sospechaba que el plasma contenía enzimas dañinas responsables de la lesión de almacenamiento de las plaquetas. Anteriormente en los Estados Unidos, las plaquetas de aféresis se han almacenado de forma rutinaria en plasma al 100%. Por el contrario, en algunos países de Europa las plaquetas se han almacenado en soluciones PAS que contienen sales y nutrientes metabólicos. Actualmente, los medios de almacenamiento de plaquetas designados como soluciones aditivas de plaquetas (PAS) contienen básicamente acetato, citrato y fosfato y

recientemente también potasio y magnesio. Además, estas soluciones se utilizaron para proporcionar una capacidad tampón extra, en un momento en que los concentrados de plaquetas derivados del plasma rico en plaquetas (PRP) se almacenaban en pequeños contenedores de almacenamiento impermeables a los gases. (3-5)

Por todo lo expuesto, en esta monografía se ha realizado una revisión de la literatura científica disponible a fin de evaluar las características, posibles beneficios y contraindicaciones de las soluciones PAS, tanto en el concentrado de plaquetas como en la práctica de la medicina transfusional.

## **OBJETIVO**

Evaluar los diferentes tipos de soluciones aditivas en concentrados de plaquetas por aféresis.

## CAPÍTULO I

### I. AFÉRESIS

El término aféresis deriva del griego que significa “separar”; la sangre circula a través de un circuito extracorpóreo y es separada en sus componentes presentes en el cuerpo sin ocasionar daño alguno, de los cuales de manera selectiva es retenido alguno de ellos, y el resto se retorna al cuerpo, en el caso de la plaquetoféresis se separa aproximadamente el 30% de plaquetas. Las plaquetas están incluidas en la lista de medicamentos esenciales de la OMS, ya que estos componentes son de escaso recurso y tienen una duración de 5 días. (6-9)

Esta tecnología puede ser usada en los bancos de sangre, para la obtención de componentes sanguíneos como plaquetas o granulocitos de donantes o con fines terapéuticos (pacientes), En el caso de las aféresis terapéuticas, estas pueden ser de “remoción selectiva” o “recambio” de un componente deseado e involucran 3 pasos fundamentales: a) Extracción de sangre total con el uso de un anticoagulante, b) separación y remoción del componente deseado (patógeno) y c) reinfusión del resto de componentes sanguíneos al paciente, con o sin reposición de líquidos. (8)

Estudios han demostrado que este procedimiento es ampliamente útil en la medicina de trasplantes como opción terapéutica complementaria. (8)

## II. SOLUCIONES ADITIVAS Y SU COMPOSICIÓN

Los primeros desarrollos de soluciones artificiales para el almacenamiento de plaquetas se llevaron a cabo en los años 50 con la solución salina de Tulli (acetato y gelatina) o soluciones salinas tamponadas con fosfato con algo de plasma almacenadas a 4 °C. (3) Actualmente, las soluciones PAS contienen básicamente acetato, citrato y fosfato, pero recientemente se ha implementado el magnesio y potasio. Para su denominación de cada solución PAS se han estado desarrollando terminologías para evitar confusiones, anteriormente se han estado denominando con nombres comerciales según los ingredientes que tenían, pero estos pueden variar, ya que en la actualidad se puede presentar 2 soluciones PAS con la misma formulación generando confusiones. Para simplificar la terminología de cada solución, La International Council for Commonality in Blood Bank Automation (ICCBBA) optó por un sistema de nomenclatura genérico para las soluciones PAS como se puede observar en la tabla 1, Esta nomenclatura estará descrita con el formato PAS-X donde X es un carácter alfabético. (3,4)

Para Van der Meer las soluciones aditivas de plaquetas lo define como una solución electrolítica equilibrada para el almacenamiento de plaquetas que se desarrollaron con la finalidad de eliminar el plasma, ya que estos contienen enzimas con efecto negativo sobre la calidad de las plaquetas. (5)

La composición de la solución PAS ha ido evolucionando, puesto que las incidencias de transfusiones de plaquetas se han estado incrementando en el mundo entero un 25%, esto debido a enfermedades neoplásicas hematológicas. (5)

Actualmente, el suministro de plaquetas es más desafiante porque tienen que cumplir con todos los criterios de calidad para su buen almacenamiento, en una temperatura

correcta, con agitación constante que esto ayudará a minimizar la lesión de almacenamiento, conservación de la estructura y la función de las plaquetas. (10)

El almacenamiento de plaquetas en soluciones en PAS puede tener varias ventajas. Afirmación que se respalda por los ensayos clínicos in vitro realizados por Van der Meer y colegas, indican que las plaquetas en soluciones PAS tienen un aproximado de 35% de plasma, esto se debe a un arrastre de capa leucocitaria, hecho que los PAS actuales contienen un 30% de plasma residual y esto se debe a que las plaquetas requieren de glucosa para su almacenamiento y a su vez hace que las incidencias de reacciones alérgicas disminuyan un 50%. (5)

Actualmente, se viene desarrollando protocolos de trabajo con niveles menores de plasma (<20%), esto se logra con la evolución de las soluciones PAS que contienen bicarbonato y glucosa, que están presentes para proporcionar mecanismos amortiguadores y energía de la glucólisis. (4)

Las soluciones aditivas M-Sol y PAS-5, se han utilizado para almacenar plaquetas que contienen 5% de plasma durante 7 días a 20-24 °C con agitación continua. (11)

Asimismo, Marini et. al. estudió el efecto del plasma en diferentes proporciones (100%, 35% y 20%) junto con la solución PAS en plaquetas que fueron congeladas a 4 °C o a TA, concluyendo que las diferentes concentraciones de plasma residual no tuvieron ningún impacto en las lesiones por almacenamiento en frío de las plaquetas obtenidas por aféresis, revelando que las soluciones aditivas actualmente empleadas representan un sustituto adecuado para el plasma para almacenar plaquetas a 4 °C. (12)

### **2.1 PAS A - Plasma-Lyte A:**

Es una solución salina, sin citrato, es una mezcla de cloruro sódico como soporte osmótico, gluconato y acetato (para reducir la producción de lactato), aquí, el papel del gluconato es de buffer (3). Estudios con esta solución demostraron que las plaquetas se pueden almacenar en un medio reducido de plasma donde la recuperación de la transfusión y los tiempos de supervivencia cumplieron con las pautas regulatorias. (13) Esta solución ha sido reportada en estudios donde demuestra que tuvo un rendimiento reducido de plaquetas y mayor activación (beta-tromboglobulina) en comparaciones con plaquetas almacenadas en solución PAS-2, que contiene citrato; esto hizo que los investigadores creyeran que mayor nivel de citrato en PAS eran necesarios para la prevención de activación de plaquetas, la agregación espontánea y la reducción del recuento de plaquetas. (14)

### **2.2 PAS B- SSP-TSol:**

Es el simple de los aditivos, solo contiene cloruro sódico, acetato y citrato sódico. Cabe resaltar que el citrato proviene tanto del anticoagulante de la extracción como de la solución PAS y se incluye principalmente para evitar la activación de la coagulación. Por otro lado, el citrato y el magnesio pueden modificar el flujo de potasio a través de la membrana plaquetaria (4). Tras investigaciones se llegó a la conclusión que niveles altos de citrato evitan la activación plaquetaria, la agregación espontánea y recuento bajo de plaquetas (13). Todas las soluciones PAS “modernas” menos el PAS - F contienen citrato. (Tabla 1)

### **2.3 PAS C - Intersol:**

Al añadir fosfato al PAS-II estabilizamos el pH, y así obtenemos el PAS-III (PAS-C con la nueva nomenclatura; (Tabla 1). De este modo, el fosfato puede actuar de dos maneras: como buffer para evitar la caída del pH y, estimulando la glucólisis plaquetaria aumentando la producción de lactato. (13)

Al sustituir el plasma por el PAS-C se ha encontrado disminución de la concentración de proteínas totales, lo cual favorece la presencia de tasas menores de alergias y reacciones febriles y transfusionales no hemolíticas, así también disminuyeron los títulos de anti-A y anti-B, lo cual previene hemolisis, se observó menor expresión de la especificidad de los anticuerpos HLA, mitigando el TRALI (transfusion related acute lung injury). (15)

Los niveles más altos de ATP de las plaquetas en PAS-C inducidos por el fosfato unido al hecho de que niveles altos de ATP se asocian con una mayor viabilidad, hacen que el fosfato sea una de las piedras angulares de la composición de las soluciones PAS. (3)

En una investigación realizada en el 2012 en los EE. UU., aprobaron esta solución salina equilibrada mediante un separador Amicus, donde se puede utilizar como reemplazo un 2/3 de plasma humano para el almacenamiento de plaquetas; esta solución mantiene la integridad funcional hasta 5 días. Dentro de los componentes que contiene este PAS, el acetato actúa como una sustancia que se metaboliza a través del ciclo del ácido tricarboxílico, citrato de sodio, para prevenir la agregación y la activación plaquetaria, fosfato de sodio como tampón y cloruro de sodio para la osmolaridad. (15,16)

De igual manera, Van Hout, reportó que en las plaquetas suspendidas en PAS-B existe una asociación entre el tiempo de almacenamiento y las reacciones febriles postransfusionales, esta asociación no fue observada cuando se usó el PAS-C, sugiriendo que la solución PAS-C es más estable a los 7 días del almacenamiento de las plaquetas. (13, 17)

#### **2.4 PAS D - Composol:**

Dentro de las nuevas alternativas de PAS designaron el Composol PS (PAS-D); es la tercera generación de soluciones PAS, compuestas de cloruro de sodio, gluconato de sodio, acetado de sodio, citrato de sodio, cloruro de potasio y magnesio y agua excepto fosfato como tampón, esta función es reemplazado por el gluconato sódico. (18) (18)

Nogawa et. al. en su estudio verificó que la solución M-sol, SSP+ y Composol conservaron eficazmente la calidad de las plaquetas, a su vez que la calidad de estas dependía en gran medida de las soluciones PAS empleadas y no de las características de los donadores. (19)

#### **2.5 PAS E – SSP+:**

El PAS-IIIIM o PAS-E contiene potasio y magnesio (Tabla 1); el magnesio ha mostrado tener un efecto en la función de la membrana plaquetaria, activación plaquetaria y en la tasa de glucólisis. Las concentraciones mayores de iones de magnesio extracelular inhiben la exposición de P-selectina, disminuye la unión de fibrinógeno a las plaquetas activadas por ADP y disminuye la agregación plaquetaria inducida por agonistas. El potasio combinado con magnesio ha mostrado tener efectos inhibitorios en la activación plaquetaria. (4, 20)

Según Saha et. al., el almacenamiento de las plaquetas obtenidas por aféresis suspendidas en PAS SSP+ mostraron diferencias estadísticamente significativas en los títulos de anti-A, anti-B comparados con las plaquetas suspendidas solo en plasma, además de ello concluye que la suspensión de plaquetas en PAS SSP+ ofrece varias ventajas como colectar más cantidad de plasma como hemocomponente transfundible además de disminuir las tasas de reacciones alérgicas y mantener el control de calidad de las plaquetas. (21)

### **2.6 PAS F:**

Se ha verificado que el PAS-F compuesta de acetato, potasio y magnesio como componentes principales (Tabla 1), conserva de manera excelente las propiedades plaquetarias hasta los 13 días de almacenamiento (5). Además de ello, contiene cloruro de sodio que contribuye a la osmolaridad, acetato, para impulsar el metabolismo de las plaquetas, gluconato o fosfato como tampón y magnesio y potasio para reducir la activación plaquetaria. (4, 22)

Pagano et. al., en su estudio nos demuestra que utilizando este PAS-F en la recolección de plaquetas por aféresis disminuye los títulos de isoaglutininas ABO, un 40% en reacciones alérgicas a las transfusiones y sobre todo es rentable y operativamente eficiente en comparación con la reducción plasmática para evitar el riesgo de hemolisis por transfusión. (23)

### **2.7 PAS G:**

Es una solución experimental de aditivo plaquetario; esta se diferencia de las demás soluciones porque contiene bicarbonato, calcio y glucosa; que ayudará al

mantenimiento de las propiedades in vitro de plaquetas durante su almacenamiento por 7 días con niveles bajos de plasma, ya que solo utilizan el 5% de plasma. (4,12)

También está incluido el potasio y el magnesio, analitos importantes para la reducción de glucosa, son resultados que se demuestran en investigaciones realizadas por Gulliksson et al. (4)

### **III. Beneficios del USO de PAS**

#### **3.1. Tiempo de caducidad de plaquetas almacenadas a temperatura ambiente**

Cabe considerar que la sustitución del plasma por soluciones PAS permite almacenar los concentrados plaquetarios en buenas condiciones de calidad y prolongar su vida media hasta 7-13 días en Plasma-lyte. (24)

Skripchenko et. al., evaluó el rol del calcio y el fosfato en el PAS-5 con 5% de plasma, concluyó que la remoción del calcio y fosfato del PAS-5 conduce a la activación de p38 MAPK (proteína quinasa activada por mitógeno) y deterioro de los parámetros claves de almacenamiento de las plaquetas hasta los 7 días. (11)

Rajabi, estudió el efecto de PAS-D (Composol) en la expresión del miR-16 (ARN cortos no codificantes que desempeñan funciones vitales en la regulación de genes) en los concentrados de plaquetas durante el almacenamiento a TA por 7 días; la baja regulación del miR-16 en el medio Composol implica que puede ser una solución para el almacenamiento de plaquetas a largo plazo, el PAS-D tiene el potencial de elevar la vida útil de las plaquetas almacenadas a 22 °C. (25)

En un estudio se evaluó el pH en concentrados de plaquetas obtenidas por aféresis suspendidas en PAS-5, 95% y 5% en plasma. Se observó una mejora en el control del

pH y de algunas propiedades plaquetarias in vitro con el incremento de del 10% de plasma después de una interrupción de la agitación de 24 horas comparado con las plaquetas tratadas en 5% de plasma/ 95% PAS-5. (26)

### **3.2 Tiempo de caducidad de plaquetas almacenadas en frío**

El tiempo y la temperatura de almacenamiento de las plaquetas, habitualmente de 5 a 7 días a TA, ha sido cuestionado por datos de ensayos recientes, dificultades en curso con infecciones transmitidas por transfusiones y periodos recurrentes de escasez que se vieron agudizados por la pandemia COVID-19, los enfoques alternativos de almacenamiento, plaquetas almacenadas en frío pueden ofrecer mayores tiempos de almacenamiento y un potencial hemostático a expensas de un tiempo de circulación reducido. (27)

Cabe señalar que las plaquetas se recolectan y almacenan en plasma o PAS, en efecto hay una disminución progresiva en la viabilidad y función celular con el tiempo, lo que se conoce como la lesión de almacenamiento de plaquetas. En función de la solución PAS que utilizemos, la calidad de la plaqueta durante su almacenamiento puede verse disminuida. De esta manera, las formulaciones más recientes no se ven afectadas por esta pérdida de calidad que ocurre con soluciones de desarrollo más antiguo. (3)

Para Koike et. al., el número de plaquetas en los concentrados plaquetarios refrigerados disminuye debido a la formación de agregados, sin embargo, cuando las plaquetas son suspendidas en soluciones PAS este número se mantiene por largos periodos de tiempo. Adicionalmente, en su estudio encontró que las tasas de expresión de CD63P y la tasa de unión a la anexina V fueron significativamente más altas que las plaquetas

almacenadas a TA. Concluye que los concentrados de plaquetas T-PAS (PAS-E) almacenados a 4 °C por aproximadamente 14 días puede ser clínicamente útil pero ligeramente activadas. (28)

Johnson et. al. encontró que la calidad de las plaquetas es diferencialmente afectada por tiempos de almacenamiento, temperatura y solución aditiva empleada. Entre sus resultados reporto la acidificación del medio de las plaquetas almacenadas a TA ( $p < 0.0001$ ). Siendo más bajo en las plaquetas suspendidas en plasma alrededor del día 9 y alrededor del día 14 que las que estuvieron almacenadas en frío. Sin embargo, en las plaquetas suspendidas en PAS el efecto fue opuesto, el pH más bajo se encontró en las plaquetas almacenadas a en frío que las que estuvieron a TA. Por otro lado, el metabolismo de la glucosa y del lactato fue minimizado tanto en plaquetas, en PAS y en plasma, almacenadas en frío. También reporto que ambas temperaturas de almacenamiento afectaron el fenotipo de las plaquetas. La expresión de CD42b fue estable hasta el día 21 de almacenamiento, pero se observó una reducción de la expresión en las plaquetas almacenadas a TA y no en frío. La proporción de plaquetas que expresan GPIIb y GPIIIa fue similar y estable en ambos grupos. (29)

Concluye que el almacenamiento en frío, particularmente en PAS-E/40%, mantiene mejor las características metabólicas, fenotípicas y parámetros funcionales de las plaquetas durante el almacenamiento prolongado. (29)

### **3.3 PAS para mitigar las lesiones causadas por la inactivación de patógenos**

La implementación de nuevas tecnologías en banco de sangre para la reducción de patógenos se ha vuelto cada vez más popular para la protección contra enfermedades

infecciosas emergentes y reemergentes, también la reducción de patógenos para plaquetas en combinación con el almacenamiento en frío, ya que podría proporcionar un producto de plaqueta hemostáticamente funcional y a la vez minimiza el riesgo de infección y sepsis, brindando la oportunidad de una vida mayor vida útil. (30)

Gíménez-Richarte y colaboradores realizaron un metaanálisis de los diferentes métodos de inactivación de patógenos disponibles para la inactivación de arbovirus, en diferentes productos sanguíneos, entre ellos, plaquetas almacenadas en 100% plasma y plaquetas suspendidas en PAS/Plasma, los datos obtenidos del estudio mostraron en el análisis global que los métodos, UVC como la luz UVA + amotosaleno lograron un factor de reducción logarítmica mayor que la riboflavina + luz UVA. ( $p < 0,001$ ). En el análisis separado por tipo de plaquetas, el resultado se mantiene en las plaquetas suspendidas en PAS/Plasma ( $p < 0,001$ ). Pero no al comparar amotosaleno + luz UVA vs. Riboflavina + luz UV en plaquetas suspendidas en plasma 100% ( $p = 0,14$ ). Ambos amotosaleno + luz UVA (Intercept) y luz UVC (THERAFLEX), logran un factor de reducción logarítmica superior a Riboflavina+ luz UV (Mirasol) en la inactivación del virus Chikungunya ( $p = 0,004$ ) y del virus del dengue ( $p < 0,001$ ). Para el virus del Nilo Occidental, los tres métodos logran un LRF medio de al menos  $5 \log^{10}$  sin diferencias estadísticamente significativas. (31)

En un estudio realizado por Agey et. al. se evaluó el efecto del inactivador de patógenos (Intercept) en los concentrados de plaquetas por aféresis obtenidos con plasma 100% o PAS (PAS-C o Intersol) con plasma al 35% y almacenados en frío ( $1^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$ ), los resultados hallados fueron similares tanto en los concentrados de plaquetas por aféresis suspendidas en plasma o en PAS 65%, en ambos tipos de hemocomponentes la

inactivación condujo a un incremento de la activación plaquetaria, incremento de incidencia de muerte celular y de la actividad anticoagulante y pérdida de la capacidad de formación del coágulo, pero no se afecta negativamente el metabolismo plaquetario o la función de agregación durante los 21 días del almacenamiento en frío, lo que muestra que la presencia del PAS no modificó negativamente las lesiones por almacenamiento en frío. (24)

### **3.4 Calidad de los concentrados plaquetarios**

Según Rawhia et. al. en su estudio en unidades de plaquetas por aféresis con y sin PAS (SSB+), provenientes de 20 donantes, evidenció resultados comparables hasta el día 7 en el grupo con PAS/ 35% con el día 5 del grupo con plasma; los parámetros comparados fueron; recuento de plaquetas, MPV, pH, pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, producción de LDH y tasa de consumo de glucosa, no mostraron diferencia estadísticamente significativa. También encontró en el día 10 en el grupo con PAS el nivel de glucosa completamente depletado. En el día 0 la expresión de pCO<sub>2</sub> y HCO<sub>3</sub> fueron significativamente más bajos en el grupo con PAS que en el grupo con plasma 100%. (P < 0.001). (32)

La respuesta al shock hipertónico y a los valores de cambio de forma fueron significativamente más altos en los concentrados de plaquetas almacenados a TA con PAS-III/ 35% sin citrato, lo que sugiere que las plaquetas almacenadas en PAS-III sin citrato puede mejorar su función comparada con PAS que contienen citrato. (p ≤ 0.05). Asimismo, las plaquetas almacenadas en PAS-III libre del citrato tuvieron mejores

respuestas de agregación, al menos en un 10% mejor que las plaquetas almacenadas en PAS con citrato. (13)

#### **IV. CONTRAINDICACIONES DEL USO DE PAS**

Tobian et. al., retrospectivamente revisó un registro de 5078 transfusiones plaquetarias comparando las plaquetas que fueron almacenadas en PAS-C (35%) y plaquetas almacenadas en 100% plasma. Observó una reducción significativa del incremento del conteo corregido después de la transfusión dentro de las primeras horas (1-4 h) en los pacientes que recibieron plaquetas almacenadas en PAS (4932 vs. 3766,  $p < 0.01$ ) que los pacientes que recibieron plaquetas almacenadas en plasma 100%, pero el efecto fue menor a las 12 a 14 horas post transfusión. (33)

Hay evidencia que las plaquetas suspendidas en PAS son más susceptibles a contaminación bacteriana. Se asume que el plasma contiene proteínas bactericidas.

Las bacterias crecen hasta 4 veces más rápido en PAS que en plasma, este puede ser beneficioso cuando se cuentan con protocolos y métodos de detección sensibles para la detección de bacterias, si el banco de sangre no cuenta con protocolos y métodos de detección estandarizados este contribuye a un aumento de la tasa de sepsis clínica por la sobrecarga bacteriana. (34, 35)

Según Leitner y colaboradores, en un estudio llevado a cabo en 12 concentrados de plaquetas de triple dosis de adulto obtenidos por aféresis que fueron divididos en tres partes iguales a los que se agregaron soluciones aditivas: Composol o SSP+ o Intersol fueron evaluados los días 1,5 y 7 para marcadores de metabolismo y agregación plaquetaria *in vitro* ; encontraron una reducción significativa de glucosa en los tres tipos de PAS que contienen los concentrados plaquetarios. La reducción fue

estadísticamente significativa en Intersol que en Composol y SSP+ ( $p < 0.05$ ); por tanto, con Intersol se encontraron los niveles más altos de lactato (5.5 veces) comparado con Composol y SSP+ (4.4 veces), mientras que los niveles LDH alcanzaron un nivel máximo de 420 U/L y fueron más bajos en Composol. Además, la activación plaquetaria basal (día 1) determinada mediante la P-selectina fue significativamente más alta en Intersol que con Composol y SSP+ ( $p < 0.05$ ). (18)

Getz y colaboradores evaluaron 7 concentrados de plaquetas obtenidos por aféresis de doble dosis ( $8 \times 10^{11}$ ), luego fueron separados en partes iguales ( $4 \times 10^{11}$ ), a una de las alícuotas se agregó solución PAS-III libre de citrato y a la otra alícuota se agregó PAS III con citrato (10mM) hasta obtener una concentración de PAS de 65% y se evaluaron la calidad y funcionabilidad de las plaquetas en los días 1, 5 y 7. Observaron disminución significativa de los niveles de glucosa junto a un incremento de la producción de los niveles de lactato en el día 5 de las plaquetas almacenadas con PAS con citrato, comparado con el PAS sin citrato. ( $p \leq 0.05$ ). Asimismo, observó un incremento de la dosis de citrato dependiente de las especies reactivas del oxígeno y la unión a la anexina en día 5 y 7. Este hallazgo sugiere que el PAS que contiene citrato puede unirse a la fosfatidilserina expuesta y podría acelerar la muerte celular mediante mecanismos de especies reactivas del oxígeno dependientes. Concluyeron que los concentrados con solución PAS-III libre de citrato se beneficiaron de una mejor utilización de la glucosa con menor producción de lactato, expresión de P-selectina y formación de especies reactivas de oxígeno, comparados con los concentrados que contenían PAS-III con citrato ( $p < 0.05$ ) (13). Según Li et al., debido a que el

metabolismo del citrato provoca acidosis intracelular y como resultado de la compensación de la acidosis intracelular, se puede desarrollar alcalosis metabólica descompensada + acidosis respiratoria y desequilibrio electrolítico; las transfusiones de sangre pueden provocar ciertas complicaciones por la presencia de citrato en los diferentes componentes sanguíneos, incrementando la tasa de mortalidad ; por ello reducir la presencia de citrato en los componentes sanguíneos durante la reanimación del trauma constituye una medida preventiva. En la actualidad todas las soluciones aditivas contienen citrato de sodio excepto la solución aditiva PAS-F. (36)

Según Ringwald et al., quienes en su estudio evaluaron concentrados de plaquetas obtenidos por aféresis de 20 donantes a quienes se colectaron  $6 \times 10^{11}$  en dos ocasiones, en una ocasión se le recolectó el concentrado de plaquetas con PAS-IIIM y en otra ocasión se empleó la solución PAS-II empleando una secuencia aleatoria. El producto final fue dividido en partes iguales ( $3 \times 10^{11}$ ) y se esperó en una de las partes 2h para agregar la solución PAS y en la otra alícuota 6 horas después. Los resultados de viabilidad y activación plaquetaria fueron similares de forma global en ambos tiempos de adición de la solución PAS. Los resultados comparativos entre PAS-II Y PAS-IIIM entre los concentrados plaquetarios con el mismo tiempo de adición de la solución aditiva mostraron actividad glucolítica más baja, una expresión de activación de plaquetaria más baja y una mejor respuesta al shock hipotónico en los concentrados plaquetarios almacenadas en PAS-IIIM (37). Teniendo en cuenta que ambos PAS difieren en 3 compuestos: fosfato (actúa como buffer), potasio y magnesio (inhiben la

agregación y activación plaquetaria), que son componentes del PAS-IIIM y no del PAS-II. (3)

## **V. RESULTADOS CLÍNICOS**

Las soluciones PAS comercialmente disponibles permiten un contenido de plasma residual que varía entre un 30-40%, incluso se ha conseguido reducciones puntuales superiores de plasma, por ejemplo, reducción del plasma a 10%.

### **5.1 La reducción de reacciones transfusionales y alérgicas**

Suryatapa, et. al. en su estudio llevado a cabo en la India, evaluó 200 productos de plaquetas por aféresis, 111 fueron suspendidos en SSP+ (55.5%), y 89 productos suspendidos en plasma 100% (44.5%). No reporto ninguna reacción alérgica en el grupo que recibió las plaquetas suspendidas den SSP+. (21)

Tobian et. al., encontró en su estudio llevado a cabo en 604 individuos quienes recibieron concentrados plaquetarios sin PAS (N=3884) de estas transfusiones, 72 individuos presentaron reacciones alérgicas transfusionales, el grupo de pacientes que recibieron concentrados plaquetarios con PAS-C (n=1194) solo reportaron 12 reacciones alérgicas transfusionales. La incidencia de las Reacciones alérgicas transfusionales en el primer grupo fue de 1.85% y en el último grupo fue de 1.01%, por tanto, los concentrados de plaquetas con PAS fueron asociados con un 46% de reducción de en reacciones alérgicas transfusionales. (33)

Van Hount y colegas hicieron un estudio comparativo de las soluciones PAS-B y PAS-C, concluyendo que las plaquetas almacenadas en PAS-B con mayor tiempo de almacenamiento se asocia a tener alergias y reacciones febriles y en cuanto a las

plaquetas almacenadas en PAS-C no genero ninguna asociación y demuestra que son más estables en su almacenamiento. Concluyendo que el tiempo de almacenamiento es diferente para cada tipo de reacción y sobre todo dependería de la solución en la cual será almacenado. (28)

### **5.2 Reducción de las reacciones hemolíticas ABO**

En el estudio realizado por Weisberg y colaboradores se recolectaron concentrados plaquetarios de grupo O con el separador Amicus, uno de ellos (65% de PAS-C y 35% de plasma humano) y el otro con el 100% de plasma humano; después de la recolección se analizaron los sobrenadantes de plaquetas para determinar las concentraciones de proteínas totales y los títulos Anti A y Anti B. Teniendo como resultado que los sobrenadantes de las plaquetas que contenían el PAS-C presentaban unas concentraciones bajas de proteínas totales y títulos de Anti A y Anti B en comparación con las plaquetas plasmáticas. Los títulos de Anti-A en los concentrados de plaquetas 100% plasma variaron entre de 16 y 50 en 6/50 muestras, mientras que los títulos de Anti-A en los concentrados de plaquetas con PAS-C oscilaron entre 8 y 32 en 4/50 muestras,  $p < 0.0001$ . Los títulos de Anti-B en los concentrados de plaquetas 100% plasma variaron entre de 16 y 128 en 1/50 muestras, mientras que los títulos de Anti-B en los concentrados de plaquetas con PAS-C oscilaron entre 4 y 16 en 5/50 muestras,  $p < 0.0001$ . (15)

### **5.3 Lesión pulmonar relacionada con la transfusión (TRALI)**

Es una reacción a la transfusión cardiopulmonar rara, pero grave y una de las principales causas de muerte relacionada con las transfusiones en los Estados Unidos.

Los anticuerpos anti-HLA son fundamentales para la patogénesis de TRALI y los esfuerzos para mitigar TRALI han centrado en la reducción de anticuerpos HLA en plasma rico hemoderivados. Los anticuerpos HLA a menudo surgen en mujeres donantes que han estado embarazadas. Para Weisberg et. al., en su estudio, encontró especificaciones de anticuerpos HLA más bajas, lo cual contribuye en mitigar la lesión pulmonar aguda relacionada con la transfusión. (15)

#### **5.4 Sepsis**

Cuando las plaquetas se suspenden en PAS, las proteínas de andamiaje, como el fibrinógeno, no se depositan en las paredes de la bolsa, lo que permite que las bacterias se multipliquen en el compartimento de sobrenadante en el que se encuentran lo cual las hace más fácilmente accesible durante el proceso de cultivo. (35)

También se observó que la fase de retraso del crecimiento bacteriano se acorta en las plaquetas PAS en comparación con las plaquetas plasmáticas, lo que conduce a una mayor concentración bacteriana en las unidades PAS y una mayor probabilidad de detección temprana. (35)

#### **5.5 Incremento corregido del recuento de plaquetas (IRC)**

Kojima et. al. en su estudio llevado a cabo en 84 pacientes que recibieron concentrado de plaquetas suspendidas en plasma 100%, en total recibieron 679 plaquetas, 59 pacientes, que en total recibieron 1182 plaquetas suspendidas en solución PAS-M y 58 pacientes que en total recibieron 1044 plaquetas suspendidas en BRS-A. Los resultados hallados mostraron que no existe diferencia estadísticamente significativa en el score del incremento corregido del recuento plaquetas en los pacientes que recibieron los

concentrados con diferentes PAS. Por lo tanto, parece que no hay influencia de la disminución del IRC, independientemente de qué PAS se use. Por lo tanto, concluye que no hay una diferencia significativa en el efecto de la transfusión entre los concentrados resuspendidos en PAS-M y concentrados resuspendidos en BRS-A, incluso en la práctica clínica real. (38)

## CONCLUSIONES

En función de lo planteado, podemos decir que las soluciones PAS representan un avance significativo para la medicina transfusional:

1. Permite reducir el volumen de plasma de los productos plaquetarios para la mejora de la seguridad transfusional y a su vez permite la estandarización de los componentes sanguíneos.
2. Contribuye en una excelente calidad de las plaquetas permitiendo su almacenamiento hasta los 7 días.
3. Su uso está asociado con una disminución de las reacciones pos transfusionales de plaquetas que generalmente se presentan entre 1% a 3% de las transfusiones.
5. Su uso contribuye a la remoción de títulos de anticuerpos ABO.
6. Las soluciones aditivas PAS-B y D, no contienen fosfato reconocido como buffer y estimulante de la glucólisis plaquetaria.
7. Las soluciones aditivas PAS-D, E y G contienen potasio y magnesio, quienes participan en la inhibición de la actividad plaquetaria.
8. El menor volumen de plasma contenido en los concentrados de plaquetas por aféresis permite mayor disponibilidad del plasma para su recolección para otros fines terapéuticos.

Cabe resaltar que la medicina transfusional es un área en continua evolución y las soluciones actualmente en uso (PAS-E) serán reemplazadas por nuevas soluciones que permitan disminuir aún más la presencia de plasma residual, mejorando los resultados

de laboratorio y clínicos y extender la caducidad y almacenamientos (a distinta temperatura) y tratamientos alternativos (reducción de patógenos de cualquier clase).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ellul L, Borg D, Zammit V. Prolonged Platelet Storage – A Solution to the Increased Demand? Int. J. Res. Rep. Hematol. 2022; 5(2): p. 280-284. Disponible en: <https://journalijr2h.com/index.php/IJR2H/article/view/99>
2. Llau J, Colomina J, Ferrandis R, Gómez A, Jove J, Moral V. Medicina Transfusional Perioperatoria. 2nd ed. Barcelona: Elsevier; 2019.
3. Larrea L. Soluciones Aditivas para Plaquetas. Revista Argentina de Transfusión. 2020; XLVI(1): p. 57-65.
4. Gulliksson H. Platelet storage media. Vox Sang. 2014; 107(205-212). doi: [10.1111/vox.12172](https://doi.org/10.1111/vox.12172)
5. Van der Meer P, De Korte D. Platelet Additive Solutions: A Review of the Latest Developments and Their Clinical Implications. Transfus Med Hemother. 2018 marzo; 45: p. 98-102. doi: [10.1159/000487513](https://doi.org/10.1159/000487513)
6. Narro J, Rivero O, López J. Diagnóstico y tratamiento en la práctica médica. 5th ed. Ciudad de México: El manual moderno; 2019.
7. World Health Organization 2021. World Health Organization Model List of Essential Medicines. Geneva: World Health Organization; 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1530/ey.19.13.1>

8. Marcarian G. Aféresis terapéutica en pediatría para hematólogos. *Hematología*. 2021 octubre; 25: p. 617-618.
9. Khan A, Anwer F. National Library of Medicine. [Internet].; 2023 [citado el 22 de marzo 2023]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560632/>.
10. Scorer T, Williams A, Reddoch-Cardenas K, Mumford A. Manufacturing variables and hemostatic function of cold-stored platelets: a systematic review of the literature. *Transfusion*. 2019 agosto; 59(8): p. 2722-2732. doi: [10.1111/trf.15396](https://doi.org/10.1111/trf.15396)
11. Skripchenko A, Turgeon A, Thompson-Montgomery D, Awatefe H, Wagner S. Value of calcium and phosphate in a bicarbonate-containing platelet additive solution with low plasma levels in maintaining key in vitro platelet storage parameters. *Transfusion*. 2017 febrero; 57(2): p. 349-356. doi: [10.1111/trf.13894](https://doi.org/10.1111/trf.13894)
12. Marini I, Aurich K, Jouni R, Nowak-Harnau S, Hartwich A, Thiele T, et al. Cold storage of platelets in additive solution: the impact of residual plasma in apheresis platelet concentrates. *Haematologica*. 2019; 104(1): p. 207-214. doi: [10.3324/haematol.2018.195057](https://doi.org/10.3324/haematol.2018.195057)
13. Getz T, Turgeon A, Wagner S. Sodium citrate contributes to the platelet storage lesion. *Transfusion*. 2019 junio; 59(6): p. 2103-2112. doi: [10.1111/trf.15213](https://doi.org/10.1111/trf.15213)
14. Van Rhenen D, Vermeij H, Kappers-Klunne M, Payrat J. Evaluation of a new citrate-acetate-NaCl platelet additive solution for the storage of white cell-reduced

- platelet concentrates obtained from half-strength CPD pooled buffy coats. *Transfusion*. 1995 enero; 35(1): p. 50-3. doi: [10.1046/j.1537-2995.1995.35195090662.x](https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.1995.35195090662.x)
15. Weisberg S, Shaz B, Tumer G, Siliman C, Kelher M, Cohn C. PAS-C platelets contain less plasma protein, lower anti-A and anti-B titers, and decreased HLA antibody specificities compared to plasma platelets. *Transfusion*. 2018 abril; 58(4): p. 891-895. doi: [10.1111/trf.14523](https://doi.org/10.1111/trf.14523)
16. FDA.report. [Internet]. [citado el 20 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://fda.report/DailyMed/e4f06c0b-7cb1-49c9-97a4-2cfc21298495>.
17. Van Hout F, Middelburg R, Van der Meer P, Pors A, Wiersum-Osselton J, Shipperus M, et al. Effect of storage of platelet concentrates in PAS-B, PAS-C, or plasma. *Transfusion*. 2019 octubre; 59(10): p. 3140-3145. doi: [10.1111/trf.15497](https://doi.org/10.1111/trf.15497)
18. Leitner G, Horvath M, Eichelberger B, Panzer S, Jilma-Stohlawetz P. Additive solutions differentially affect metabolic and functional parameters of platelet concentrates. *Vox Sang*. 2016 enero; 110(1): p. 20-26. doi: [10.1111/vox.12317](https://doi.org/10.1111/vox.12317)
19. Nogawa M, Naito Y, Chatani M, Onodera H, Shiba M, Okazaki H, et al. Parallel comparison of apheresis-collected platelet concentrates stored in four different additive solutions. *Vox Sang*. 2013 noviembre; 105(4): p. 305-312. doi: [10.1111/vox.12064](https://doi.org/10.1111/vox.12064)

20. Sheu J, Hsiao G, Shen MY, Fong TH, Chen YW, Lin CH, et al. Sheu JR, Hsiao G, Shen MY, Fong TH, Chen YW, Lin CH, et al. Mechanisms magnesium in human platelets. *Br J Haematol.* 2002 diciembre; 119(4): p. 1033-1041. doi: [10.1046/j.1365-2141.2002.03967.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2141.2002.03967.x)
21. Saha S, Sachan D, Krishna D. Platelet additive solution suspended apheresis platelets: A new perspective for safe transfusion practice in patients with liver disease. *Glob J Transfus.* 2019 octubre; 4(2): p. 186-190. doi: [10.4103/GJTM.GJTM\\_33\\_19](https://doi.org/10.4103/GJTM.GJTM_33_19)
22. ISOPLATE- sodium chloride, sodium gluconate, sodium acetate, potassium chloride, magnesium chloride, sodium phosphate, dibasic, and potassium phosphate, monobasic solution Terumo BCT Ltd. Lakewood: Terumo BCT Ltd.; 2018.
23. Pagano M, Katchatag B, Khoobyari S, Gerwen M, Sen N, Haley NR, et al. Evaluating safety and cost-effectiveness of platelets stored in additive solution (PAS-F) as a hemolysis risk mitigation strategy. *Transfusion.* 2019 abril; 59(4): p. 1246-1251. doi: [10.1111/trf.15138](https://doi.org/10.1111/trf.15138)
24. Agey A. Effects of Intercept pathogen reduction treatment on extended cold storage of apheresis platelets. *Transfusion.* 2020 enero;61(1): p. 167-177. doi: [10.1111/trf.16096](https://doi.org/10.1111/trf.16096)

25. Rajabi A, Sharifi Z, Yari F, Deyhim M, Jalilli M. The Effect of Composol Medium on miR-16 Expression during Platelet Storage up to Day 7 at Room Temperature. *Cell J.* 2021 enero-marzo; 22(4): p. 542-547. doi: [10.22074/cellj.2021.6790](https://doi.org/10.22074/cellj.2021.6790)
26. Wagner S, Skripchenko A, Hapip C, Kaelber N, Turgeon A. Increase of plasma concentration to 10% improves a number of in vitro storage parameters of apheresis platelets suspended in a bicarbonate-containing additive solution and stored with a 24-hour interruption of agitation. *Blood Transfus.* 2018 mayo; 16(3): p. 279-284. doi: [10.2450/2017.0347-16](https://doi.org/10.2450/2017.0347-16)
27. Kogler V, Stolla M. There and back again: the once and current developments in donor-derived platelet products for hemostatic therapy. *Blood.* 2022 junio; 139(26): p. 3688-3698. doi: [10.1182/blood.2021014889](https://doi.org/10.1182/blood.2021014889)
28. Koike T, Fukuda K, Hirayama J, Shiba , Nagai T, Satake M. The quality of refrigerated platelet concentrate suspended in platelet additive solution. *Japanese Journal of Transfusion and Cell Therapy.* 2018; 64(6): p. 726-732. Disponible en: <https://doi.org/10.3925/jjtc.64.726>
29. Johnson L, Vekariya S, Wood B, Tan S, Roan C, Marks D. Refrigeration of apheresis platelets in platelet additive solution (PAS-E) supports in vitro platelet quality to maximize the shelf-life. *Transfusion.* 2021 febrero; 61: p. S58-S67. doi: [10.1111/trf.16489](https://doi.org/10.1111/trf.16489)

30. Jimenez T. Pathogen reduction of platelets: experience of a single blood. *Ann Blood*. 2021; 6(13): p. 1-9.doi: [10.21037/aob-2020-pt-03](https://doi.org/10.21037/aob-2020-pt-03)
3. Giménez-Richarte Á, Ortiz de Salazar M, G , Giménez-Richarte MP, Larrea L, Arbona C, et al. Pathogen inactivation methods to prevent transfusion-transmissible arboviruses: A systematic review and meta-analysis. *Trop Med Int Health*. 2018 diciembre; 58: p. 2952-2958. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/tmi.13863>
32. Rawhia E, Iman E, Badawy A, Bedair H, Reham E. Do apheresis platelet concentrates with additive solution offer advantages in vitro or in therapeutic utility? *Menoufia Med. J.* 2022; 35: p. 984-990. Disponible en: [https://doi.org/10.4103/mmj.mmj\\_279\\_21](https://doi.org/10.4103/mmj.mmj_279_21)
33. Tobian A, Fuller A, Ugluk K, Tisch D, Borge P, Benjamin R, et al. The Impact of Platelet Additive Solution Apheresis Platelets on Allergic Transfusion Reactions and Corrected Count Increment. *Transfusion*. 2014 junio; 54(6): p. 1523-1529. doi: [10.1111/trf.12498](https://doi.org/10.1111/trf.12498)
34. Gorlin J. Bacterial Screening. In Beth H, Christopher D, Reyes H, Reyes M. *Transfusion Medicine and Hemostasis*. 3rd ed.: Elsevier; 2019. p. 97-100.
35. Kreuger A, Middelburg R, Kerkhoffs J, Schipperu M, Wiersum J, Van der Bom J. Storage medium of platelet transfusions and the risk Storage medium of platelet

- transfusions and the risk. *Transfusion*. 2017; 57: p. 657-660. doi: [10.1111/trf.13969](https://doi.org/10.1111/trf.13969)
36. Li K, Xu Y. Citrate metabolism in blood transfusions and its relationship due to metabolic alkalosis and respiratory acidosis. *Int J Clin Exp Med*. 2015; 8(4): p. 6578-6584. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4483798/>
37. Ringwald J, Haager B, Krex D, Zimmermann R, Strasser E, Antoon M, et al. Impact of different hold time before addition of platelet additive solution on the in vitro quality of apheresis platelets. *Transfusion*. 2006 junio; 46(6): p. 942-948. doi: [10.1111/j.1537-2995.2006.00826.x](https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2006.00826.x)
38. Kojima S, Yanagisawa R, Nakazawa Y, Shimodaira S. Comparison of administration of platelet concentrates suspended in M-sol or BRS-A for pediatric patients. *Transfusion*. 2018 diciembre; 58: p. 2952-2958. doi: [10.1111/trf.14917](https://doi.org/10.1111/trf.14917)
39. Asford P, Gulliksson H, Georgsen J, Distler P. Standard terminology for platelet additive solutions. *Vox Sang*. 2010; 98(4): p. 577-578. doi: [10.1111/j.1423-0410.2009.01298.x](https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2009.01298.x)



## ANEXOS

**Tabla 1: TERMINOLOGÍA DE LAS SOLUCIONES ADITIVAS DE  
PLAQUETAS SEGÚN ICCBBA**

**Table 1** Composition of platelet additive solutions [1-4]

	Citrate	Phosphate	Acetate	Magnesium	Potassium	Gluconate	Glucose	Alternative names
PAS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
PAS-A	X	X			X			PAS (1)
PAS-B	X		X					PAS-II, PAS-2, T-Sol, SSP
PAS-C	X	X	X					PAS-III, PAS-3, Intersol
PAS-D	X		X	X	X	X		Composol PS
PAS-E	X	X	X	X	X			PAS-IIIM, SSP+
PAS-G	X	X	X	X	X		X	

NS, no especificado. (39)

Esta tabla realizada por ICCBA, la organización internacional de la normalización responsable de la gestión y el desarrollo de la norma ISBT (International Society of Blood Transfusion) 128; nos muestra la nomenclatura genérica de cada solución aditiva señalando con los distintos analitos que están conformados.