

UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Sede Regional Rosario



TRABAJO FINAL

“Condiciones de los hemocomponentes en el proceso de irradiación y su viabilidad celular en Centro de Radioterapia privado de la ciudad de Rosario, Santa Fe.”

AUTORA

Díaz, Camila

TÍTULO AL QUE ASPIRA: Licenciada en Producción de Bioimágenes

CARRERA: Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Octubre 2024

Resumen

En el presente trabajo se expone sobre la implicancia de un correcto almacenamiento de los hemocomponentes durante el proceso de transporte e irradiación de los mismos dentro de un centro de radioterapia, con fines de evitar la Enfermedad Injerto Contra Huésped asociada a la Transfusión (EICH-AT), sin perder viabilidad celular. La EICH-AT es una complicación poco frecuente pero mortal de la transfusión de hemocomponentes celulares que puede evitarse mediante la irradiación de éstos utilizando fuentes radiactivas de Cobalto-60, Cesio-137 y aceleradores lineales. Durante el proceso de transporte e irradiación de los componentes sanguíneos se deben seguir específicas recomendaciones de almacenamiento para no afectar la viabilidad del hemocomponente y su función terapéutica. A través de una investigación de tipo descriptiva se describen cuáles son los factores que inciden durante el mencionado proceso de irradiación, y de acuerdo al análisis de las condiciones de traslado y permanencia de los diferentes hemocomponentes al centro de radioterapia se concluye que el tiempo de permanencia en el servicio no es significativo para generar algún cambio en la viabilidad celular de las unidades, pese a no contar con todos los elementos necesarios para su almacenamiento temporal. En cuanto al traslado de los mismos, para poder tener conclusiones certeras sobre si el contacto directo con el hielo de los glóbulos rojos desplasmatisados (GRD) o la ausencia del mismo ha causado hemólisis en la unidad; o bien si el uso de hielo en el transporte del concentrado plaquetario (CQ) afectó su capacidad agregante, se deberían realizar estudios de laboratorio para confirmar dichas hipótesis.

Palabras claves: irradiación – hemocomponentes – radioterapia - EICH

ÍNDICE

Justificación	5
Planteamiento del Problema	6
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Marco Teórico	8
Radioterapia.....	8
Avances Tecnológicos en Radioterapia.....	8
Técnicas Radioterapéuticas	9
Usos de la Radioterapia	10
Irradiación de Hemocomponentes	11
Tipos de Irradiadores	12
Viabilidad de los Componentes Irradiados	14
Tejido Sanguíneo.....	14
Plasma	15
Glóbulos Rojos	15
Glóbulos Blancos.....	16
Plaquetas.....	17
Sangre Entera y Hemocomponentes	17
Glóbulos Rojos Desplasmatisados (GRD)	18
Concentrado Plaquetario (CQ).....	18
Plasma Fresco Congelado (PFC)	18
Crioprecipitado (CRIO)	18
Plasma Normal Humano (PNH).....	18
Obtención de los Hemocomponentes	18
Almacenamiento de los Hemocomponentes	19
Glóbulos Rojos Desplasmatisados	20
Concentrado Plaquetario	20
Plasma Fresco Congelado	21
Plasma Normal Humano	21
Crioprecipitado	21
Transporte de los Hemocomponentes	21
Reacciones Postransfusionales	23

Reacciones Postransfusionales Inmediatas	24
Reacciones Postransfusionales Tardías.....	25
Enfermedad Injerto Contra Huésped Asociada a la Transfusión	25
Hemovigilancia.....	27
Abordaje Metodológico	27
Análisis e Interpretación	28
.....	30
Conclusiones	32
Bibliografía	34
Anexo.....	36

Justificación

La transfusión sanguínea es un procedimiento medico indicado para el tratamiento de diversas patologías, como puede ser desde recuperar la volemia causada por una hemorragia masiva hasta el tratamiento de trastornos de la coagulación, leucemias, entre otros. Es una práctica terapéutica que contribuye a salvar vidas y mejorar la calidad de la misma en pacientes con graves enfermedades, es por ello que se debe actuar con suma diligencia en la manipulación de los componentes sanguíneos, ya que cualquier práctica por fuera de los estándares establecidos pueden conllevar a una pérdida en la calidad de la transfusión hemoterapéutica.

El Lic. en Producción de Bioimágenes es un eslabón esencial en el proceso de transfusión cuando se necesita la irradiación del hemocomponente, por lo cual debe conocer cuáles son las normas técnicas para la correcta manipulación de los mismos y así, no solo contribuir a la mejora clínica del paciente, sino también actuar bajo el principio de no maleficencia evitando cualquier daño posible y minimizando los riesgos en la transfusión, dentro de lo que compete a la profesión.

Planteamiento del Problema

A través de una investigación de tipo descriptiva, se evaluará la problemática sobre qué factores inciden durante el proceso de irradiación de hemocomponentes, para evitar la EICH-AT, que pueden alterar la calidad de éstos.

La EICH-AT es una reacción post transfusional grave asociada a la transfusión de hemocomponentes celulares, como son los glóbulos rojos y plaquetas, con una incidencia muy baja, pero con una tasa de mortalidad superior al 90%. Se produce cuando los linfocitos T competentes del donador atacan al receptor, generando un daño sistémico y una aplasia medular, lo que ocasiona la muerte del paciente en pocos días.

La EICH-AT es una enfermedad que no tiene cura, por lo que se enfatiza en la prevención de ella a través de la irradiación de los componentes sanguíneos previo a la transfusión. En el proceso de irradiación a través de la radioterapia, el hemocomponente debe ser trasladado desde el banco de sangre hacia el centro de radioterapia, en este traslado y permanencia dentro del centro de radioterapia debe cuidarse que se cumplan con los requisitos de almacenamiento que tiene cada hemocomponente en particular, porque si esto no sucede se puede ver afectada la funcionalidad y calidad de los mismos, lo que podría influir en la práctica terapéutica del paciente durante la transfusión.

¿Qué factores inciden durante el proceso de irradiación de hemocomponentes, para evitar la EICH-AT, que pueden alterar la calidad de éstos?

Objetivos

Objetivo General

Describir cuáles son los factores que inciden durante el procedimiento de irradiación de los hemocomponentes para evitar la EICH-AT.

Objetivos Específicos

- Determinar el estado de traslado de los hemocomponentes al centro de radioterapia.
- Verificar las condiciones de los hemocomponentes dentro del centro de radioterapia.
- Detallar la posibilidad de pérdida de viabilidad celular de los hemocomponentes.

Marco Teórico

Radioterapia

La radioterapia es utilizada en el tratamiento médico, con fines curativos o paliativos, de enfermedades oncológicas. Utiliza radiaciones ionizantes de alta energía (rayos X, rayos Gamma y radiación en forma de partículas), que tienen la capacidad de destruir células y evitar la proliferación de las mismas.

La ionización es el proceso por el cual se producen iones, que son átomos o moléculas cargadas eléctricamente porque tienen un exceso o falta de electrones en relación a un átomo o molécula neutra. Cuando las radiaciones ionizantes interactúan con tejidos, pueden lesionar y destruir las células al alterar su material genético, haciendo imposible que crezcan y se dividan.

Los tumores malignos se originan y crecen en tejidos sanos, invadiendo y sustituyendo progresivamente las células sanas por células tumorales. El objetivo de la radioterapia es administrar una dosis elevada de radiación, entre 40 a 60 Gray (Gy: unidad de dosis de radiación absorbida por un tejido biológico atravesado por la radiación, equivalente a 1 J de energía absorbida por Kg de sustancia irradiada), al volumen tumoral, limitando al máximo la dosis que puedan recibir tejidos u órganos adyacentes sanos.

Avances Tecnológicos en Radioterapia

Durante el siglo XX la radioterapia era poco compleja, utilizaba de uno a cuatro campos de tratamiento laterales y antero-posteriores, y la simulación pre tratamiento se realizaba en una radiografía convencional usando referencias óseas para direccionar el haz de rayos al tumor, lo que generaba mayores efectos secundarios en órganos adyacentes sanos. La dosis se planificaba de manera manual dibujando sobre el contorno del paciente en un solo plano central bidimensional (2D).

Con la incorporación de las nuevas tecnologías, durante finales del S. XX se desarrolló la radioterapia conformada tridimensional (3D-CRT), en donde el plan de tratamiento se confeccionaba delimitando los volúmenes tumorales a través de cortes tomográficos, lo cual permitía una mejor definición espacial de las zonas tumorales que requerían el tratamiento y de los órganos sanos que debían ser protegidos, además de la posibilidad de utilizar diferentes dosis en los tejidos.

En la actualidad, la forma más avanzada de radioterapia que existe es la radioterapia de intensidad modulada (IMRT), que generó un cambio radical en la planificación y administración del tratamiento. En la IMRT se realiza una planificación 3D a través de

cortes tomográficos axiales, al igual que en la 3D-CRT, y la planificación de la dosis necesaria cuenta con la innovación de que el médico establece restricciones de dosis para proteger a los tejidos sanos involucrados. Con estas indicaciones, el programa elabora, a través de un algoritmo, un plan de irradiación que cumple con todos los requisitos. La IMRT utiliza múltiples haces de radiación que se dirigen hacia el objetivo tumoral desde varios ángulos de entrada, y cada campo está formado por la suma de varios segmentos, lo que permite que se generen diferentes niveles de dosis en los distintos puntos de cada campo, a través del uso de un colimador multiláminas.

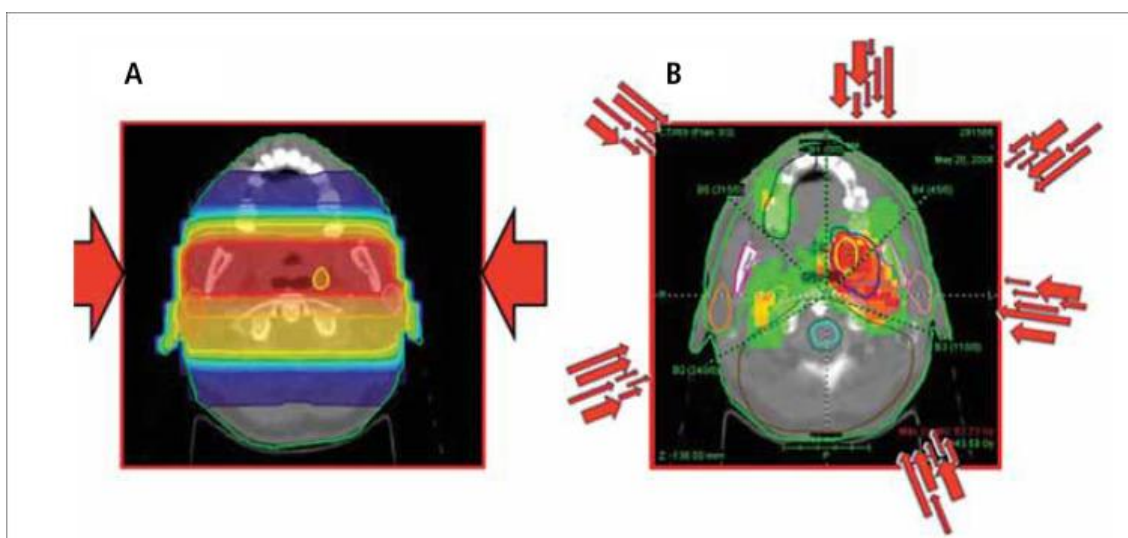


Ilustración 1. Figura A: planificación 2D para tratamiento de cáncer de amígdala. Figura B: mismo paciente con un plan de tratamiento IMRT con protección de zonas adyacentes.

Técnicas Radioterapéuticas

Según el tipo y la ubicación del tumor, se pueden utilizar dos técnicas radioterapéuticas, las cuales pueden realizarse de manera individual o conjuntas alternándose. Ellas son:

Radioterapia Externa o Teleterapia

Es la forma más común de uso, a través de esta técnica se irradia la zona donde se encuentra ubicado el tumor desde una fuente externa que puede ser una bomba de cobalto o un acelerador lineal. El tratamiento, generalmente, se aplica de forma diaria por un periodo que puede durar entre 4 a 8 semanas. También a través de un haz externo se puede aplicar la radioterapia intraoperatoria que consiste en la aplicación de una sola dosis de radiación directamente a la zona tumoral durante un proceso quirúrgico.

Bomba de cobalto. Utiliza el isótopo radioactivo Cobalto 60 (Co-60) como fuente de radiación, produciendo rayos Gamma. El equipo consta de una fuente radiactiva, Co-60, introducida en un tubo de plomo que contiene una abertura con colimador. La fuente

radiactiva se desplaza hasta coincidir con la abertura para poder emitir la radiación. Cuenta con la desventaja de que la fuente radiactiva va decayendo, siendo el periodo de semidesintegración de 5 años, lo que hace que con el pasar del tiempo los tratamientos deban ser más extensos para conseguir la dosis necesaria ya que la bomba va perdiendo gradualmente su actividad.

Acelerador lineal. Es un dispositivo eléctrico que acelera electrones para generar rayos X. Los electrones son eyectados por un cañón de electrones hacia una guía de ondas en donde, mediante una fuente de poder de radiofrecuencia llamada magnetrón o klystron, se suministran ondas electromagnéticas de alta frecuencia que aceleran a los electrones. Los electrones acelerados son dirigidos por un magneto hacia un blanco de tungsteno donde chocan y se producen los rayos X de alta energía. El haz de irradiación es moldeado con los colimadores multilaminares y dirigido hacia el volumen tumoral previamente establecido.

Radioterapia Interna o Braquiterapia

También conocida como radioterapia de implantación, consiste en irradiar los volúmenes tumorales mediante fuentes radiactivas colocadas dentro del propio tejido tumoral o en contacto a éste en forma de agujas, tubos, alambres o semillas. La fuente radioactiva puede colocarse de forma temporal a través de una cápsula de Cesio, Iridio o Cobalto y según la dosis de radiación emitida se calcula el tiempo que va a permanecer en el cuerpo, que puede variar desde unos minutos hasta días; o permanente, en donde se irradia el tumor a través de la colocación de un pequeño implante, generalmente de Yodo 125, que con el tiempo decae su radiactividad y queda en el cuerpo del paciente.

Usos de la Radioterapia

La radioterapia, como ya se ha mencionado, es utilizada principalmente para el tratamiento de enfermedades oncológicas, aunque su uso no queda limitado sólo a esta área. Dentro de lo que es el tratamiento oncológico, se puede utilizar con fines terapéuticos a través de la administración de dosis altas con la finalidad de destruir el tumor maligno, o bien con fines paliativos en menores dosis para disminuir su volumen y así aminorar los signos y síntomas productos de la enfermedad.

Además, puede utilizarse con otros fines médicos como ser el tratamiento de tumores benignos; enfermedades inflamatorias tales como tendinitis, fascitis; enfermedades degenerativas como artrosis, esclerosis lateral amiotrófica (ELA); procesos proliferativos como la degeneración macular, psoriasis; prevención y tratamiento de ginecomastia; uso

dermatológico en el tratamiento de la cicatrización queloide; uso hemoterapéutico en la irradiación de hemocomponentes; entre otros.

Irradiación de Hemocomponentes

Como la EICH-AT no tiene tratamiento, es sumamente importante trabajar en la prevención de la misma a través de la irradiación de los hemocomponentes celulares previo a la transfusión, ellos son los GRD y el CQ. En cuanto a los hemocomponentes derivados del plasma, como ser plasma fresco congelado (PFC), crioprecipitado (CRIO) y plasma normal humano (PNH) no se realiza el proceso de irradiación porque son componentes acelulares, es decir que van a carecer del linfocito T causante de la enfermedad.

La prevención de esta patología se basa en la alteración de la viabilidad o del número total de linfocitos T presentes en el producto sanguíneo celular. Durante el proceso de irradiación se produce una ruptura en la molécula de ADN del linfocito T, impidiendo su división y eliminando su capacidad de propagación en el huésped con preservación de la función de las otras células, es decir, sin afectar la capacidad hemostática de las plaquetas y la capacidad de transporte de oxígeno de los eritrocitos.

El uso de la leureducción (lavado exhaustivo de los hemocomponentes para eliminar el plasma remanente) pre-almacenamiento ha disminuido pero no eliminado el riesgo de EICH-AT. La irradiación de componentes sanguíneos es el procedimiento de elección para la prevención de esta complicación.

Las recomendaciones de irradiación están sustentadas en el conocimiento existente acerca de las poblaciones de pacientes en riesgo de desarrollar EICH-AT, teniendo en cuenta que la probabilidad de ocurrencia de la enfermedad posterior a una transfusión está estrechamente relacionada con el grado de disparidad inmunológica entre el injerto y el huésped.

Las “*Guías nacionales para el uso apropiado de la sangre y sus hemocomponentes*” de la Asociación Argentina de Hemoterapia e Inmunohematología establecen que se necesita una dosis de irradiación de 25 Gy en el centro del producto sanguíneo y un mínimo de 15 Gy en cualquier otra parte de la unidad. No se recomienda el uso de dosis superiores a 50 Gy porque se ha demostrado que afecta la función y viabilidad plaquetaria.

Tipos de Irradiadores

Como método estándar, se han utilizado los irradiadores de sangre de Cesio-137 (Cs-137), compuestos por polvo de cloruro de cesio prensado y sellado en cápsulas de acero inoxidable, generadores de rayos Gamma. Este equipo permite irradiar de manera homogénea las unidades de sangre mediante un contenedor que gira en una plataforma donde la fuente de Cs-137 va irradiando desde todos los ángulos.

En menor medida, se utilizan irradiadores donde la fuente radiactiva es el Co-60, denominados irradiadores autoblandados, ya que también la fuente está contenida en una cápsula. Comparte el mismo funcionamiento que los irradiadores de Cs-137.

Debido a la desintegración radiactiva natural, a los irradiadores de Cesio y Cobalto se les debe realizar un mapeo de dosis anualmente y recalcular los tiempos de exposición para asegurar que la dosis recomendada se aplique a los componentes sanguíneos. A menos que el irradiador de sangre se acerque al final de su vida útil, los tiempos de exposición suelen ser de aproximadamente 5 minutos. Asimismo, se debe contar con un método que permita verificar que el componente ha recibido la dosis adecuada, como son las etiquetas de control visual.

Una alternativa al uso de la irradiación Gamma es la radiación con rayos X, usando aceleradores lineales que proporcionan dosis similares. La irradiación con este equipamiento se realiza introduciendo las bolsas de sangre en una urna de metacrilato, si las bolsas de sangre no son las suficientes para llenar la urna se completa con bolsas de suero fisiológico, y luego se alinea el centro de la urna con los láseres para que la dosis sea lo más homogénea posible. Al igual que en los irradiadores de rayos Gamma, se deben colocar etiquetas indicadoras radiosensibles para garantizar la irradiación del componente sanguíneo.

El uso de los aceleradores lineales cuenta con la ventaja de que no utiliza una fuente radiactiva, por lo cual tiene menores costos, requerimientos legales y el entrenamiento, protección y monitorización del personal es menos complicado.



Ilustración 2. Irradiador Cs-137

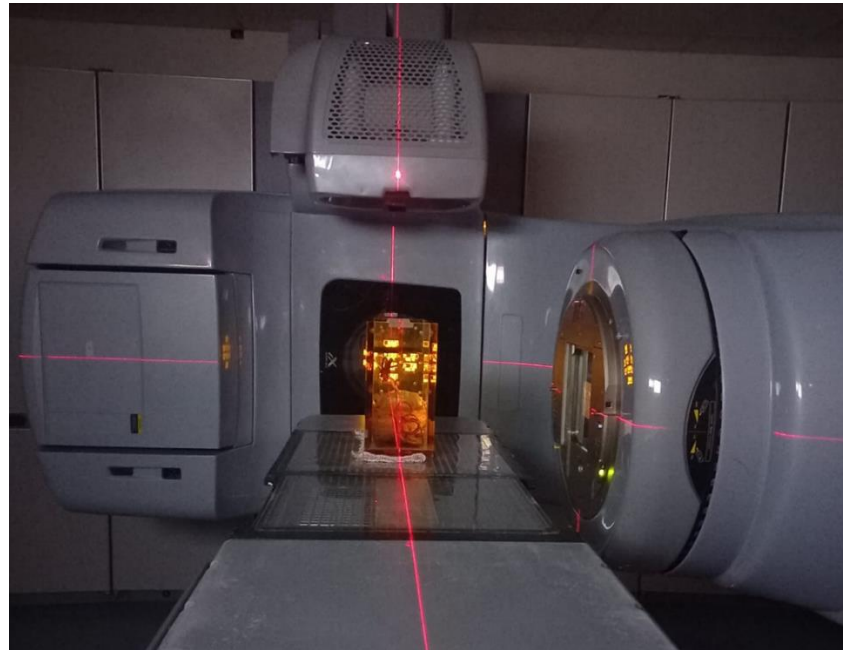


Ilustración 3. Acelerador lineal

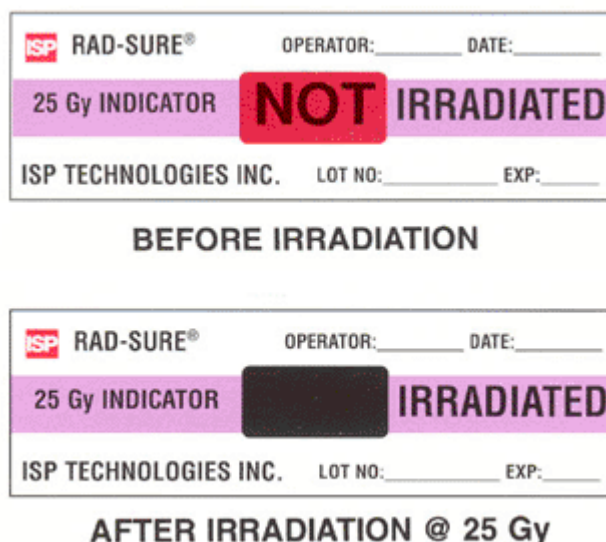


Ilustración 4. Etiquetas radiosensibles

Viabilidad de los Componentes Irradiados

Se ha comprobado que la sobrevivencia de los glóbulos rojos disminuye con la irradiación y que la misma afecta la membrana eritrocitaria provocando una pérdida de potasio intracelular y un incremento de la hemoglobina libre en plasma. De estos efectos se desprende la recomendación de no almacenar los glóbulos rojos por un período mayor a 28 días luego de su irradiación o el vencimiento original, lo que suceda primero. Los GRD para transfusión intrauterina, neonatal y pediátrica en general, deberían ser irradiados inmediatamente antes de su uso, máximo 24hs, para evitar mayor liberación de potasio intracelular y no causar una hiperpotasemia en el paciente (en casos graves, puede llevar a la falla cardíaca).

En cuanto a las plaquetas, mantienen su viabilidad y función hasta los 5 días de su almacenamiento, por lo tanto, la irradiación se puede realizar en cualquier momento durante su almacenamiento, sin que esto afecte la vida media de las plaquetas.

Tejido Sanguíneo

El tejido sanguíneo o sangre es un tejido de tipo conjuntivo que transporta sustancias de unas células a otras a través del sistema cardiovascular. La misma se conforma por dos grandes componentes, una parte líquida llamada plasma sanguíneo y los elementos corpusculares o formes que se suspenden en él, ellos son los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.

En cuanto a su aspecto físico, se caracteriza por tener una consistencia líquida, densa y viscosa, su color va a variar según sea sangre arterial, mayormente oxigenada por lo que

su color es rojo brillante, o sangre venosa con un alto contenido de dióxido de carbono por lo que es roja oscura. La volemia o volumen sanguíneo total en un adulto normal conforma un 7% - 8% del peso corporal, de la cual el 55% es plasma, 45% hematíes, y solo un 1% se conforma por los leucocitos y plaquetas.

El tejido sanguíneo posee múltiples funciones, dentro de las cuales mencionamos:

- Transporte de sustancias nutritivas y oxígeno
- Transporte de sustancias de desecho y dióxido de carbono
- Distribución de hormonas
- Mantenimiento de la homeostasis
- Transporte de células inmunitarias (inmunoglobulinas)

Plasma

Es un fluido extracelular formado en un 90% por agua que sirve de solvente para una gran variedad de solutos, como electrolitos, proteínas plasmáticas, gases, sustancias nutritivas, hormonas y materiales de desechos.

Dentro de las proteínas plasmáticas, el 50% de ellas son albúmina, que conforma un papel fundamental ya que permite que el líquido se mantenga dentro del torrente sanguíneo sin ser filtrado a otros tejidos, sirviendo de transporte de las sustancias.

Glóbulos Rojos

También llamados eritrocitos o hematíes, son discos bicóncavos con un diámetro de 7-8 μm (micrómetro) carentes de núcleo y formados por una membrana resistente y flexible lo que les permite deformarse para comprimirse en el recorrido por los diferentes lúmenes de los vasos sanguíneos, pero sin romperse. Su principal función es el transporte de oxígeno, a través de una proteína llamada hemoglobina, la cual contiene hierro que es el responsable del color rojo de la sangre. Cada hematíe contiene alrededor de 280 millones de moléculas de hemoglobina.

El ciclo vital de los hematíes es de aproximadamente 120 días debido al desgaste que sufren las membranas por el paso de los pequeños capilares sanguíneos. Los glóbulos rojos lisados son retirados de la circulación y destruidos por macrófagos en el bazo e hígado, y sus desechos se reciclan para la formación de nuevos eritrocitos a través de la eritropoyesis.

Un hombre adulto sano tiene alrededor de 5,4 millones de glóbulos rojos por μL (microlitro) de sangre, y una mujer adulta alrededor de 4,8 millones.

Glóbulos Blancos

También llamados leucocitos, son células nucleadas y poseen una serie de organelas citoplasmáticas, su nombre de glóbulo blanco proviene de que carecen de pigmento y al agruparse muestran un color blanquecino. Mientras se encuentran suspendidas en el plasma tienen forma esférica, que se modifica cuando salen del torrente circulatorio a formas ameboides.

Su función principal es participar en el sistema inmunitario, interviniendo en la defensa del organismo ante la presencia de un patógeno o cuerpo extraño, como ser virus, bacterias o parásitos, mediante la fagocitosis. Para ello, ante la presencia de sustancias químicas producidas por el patógeno (quimiotaxis), abandonan los capilares sanguíneos y se dirigen al tejido donde van a realizar su acción.

La vida media de los leucocitos es corta, varía desde pocas horas hasta 9 a 10 días aproximadamente.

En un adulto sano hay alrededor de 4500 a 11000 glóbulos blancos por μL de sangre, pudiendo aumentar estos valores ante un proceso infeccioso o bien disminuir ante ciertas enfermedades crónicas como el cáncer.

Según la presencia o ausencia de gránulos, podemos clasificar a los glóbulos blancos en granulocitos o agranulocitos. Los primeros de ellos se sub clasifican en neutrófilos, eosinófilos y basófilos, mientras que los segundos en linfocitos y monocitos, cada uno de ellos con una función específica.

Neutrófilos. Células más abundantes, conforman un 55% a 60% de la totalidad de los glóbulos blancos. Son los que más rápido responden a la destrucción de bacterias, tras englobar al patógeno durante la fagocitosis, el neutrófilo libera diversas sustancias químicas para destruirlo. Si se producen infecciones graves, gran cantidad de neutrófilos mueren y esa degeneración se produce como una sustancia densa y amarillenta que es el pus.

Eosinófilos. Conforman entre 1% a 4% del total de leucocitos. Participan en la lucha contra las infecciones, aparecen en el sitio de infección luego de haberse producido la fase aguda y son los encargados de limpiar las células de bacterias y neutrófilos muertos. Su principal función la realizan ante procesos alérgicos o infecciones parasitarias.

Basófilos. son los menos numerosos, conforman tal solo un 0,5% al 1% de la totalidad de glóbulos blancos. Participan también ante reacciones alérgicas, atrayendo a los eosinófilos al foco de infección.

Linfocitos. constituyen un 20% a 30% del total de leucocitos. Existen tres tipos, linfocitos B, T y células nulas o NK. Los linfocitos no son funcionales en el torrente sanguíneo, sino que adquieren su capacidad inmunológica cuando abandonan sus sitios de origen y se dirigen hacia la médula ósea o el timo para diferenciarse respectivamente en linfocitos B y T. Los linfocitos B ante un estímulo antigénico se transforman en células plasmáticas, que son las encargadas de sintetizar y secretar los anticuerpos, éstos neutralizan y destruyen a los patógenos. Por su parte, los linfocitos T destruyen células y tejidos genéticamente distintos, cuando fueron trasplantados de un individuo a otro. Finalmente, las células NK destruyen células extrañas, cancerosas o alteradas por virus.

Monocitos. forman un 2% a 8% de la totalidad de los glóbulos blancos. Al abandonar la circulación sanguínea, se transforman en macrófagos y realizan su función inmunológica en el tejido intersticial. Son los encargados de fagocitar al antígeno y prepararlo para que luego los linfocitos T los procesen y transfieran a los linfocitos B, para generar los anticuerpos; por eso se los denomina “células presentadoras de antígenos”.

Plaquetas

También conocidas como trombocitos, tienen forma a disco de 2 a 4 μm de diámetro, carecen de núcleo y poseen gránulos que contienen sustancias que al ser liberadas promueven la coagulación. Como se menciona, su principal función es frenar la pérdida de sangre en los vasos sanguíneos dañados mediante la formación del tapón plaquetario.

Hay entre 150.000 a 400.000 plaquetas cada μL de sangre, su promedio de vida es breve, entre 5 a 9 días.

Sangre Entera y Hemocomponentes

La sangre entera raramente se utiliza con fines transfusionales, sino que se fracciona en cada uno de sus componentes, logrando obtener un hemocomponente específico para el tratamiento de más de un receptor. Los distintos hemocomponentes, y su finalidad, que se obtienen mediante la centrifugación son los siguientes.

Glóbulos Rojos Desplasmalizados (GRD)

Su principal función consiste en el aumento de la capacidad de oxígeno. En su mayoría es utilizado en anemias agudas asociadas a hemorragias, en menor medida en anemias quirúrgicas (aquellos pacientes que deban ser sometidos a anestesia y necesiten mejorar su capacidad de oxígeno) y raramente en anemias crónicas (sólo en aquellos casos en los que no se logre reestablecer la capacidad de oxígeno con el tratamiento medicinal).

Concentrado Plaquetario (CQ)

Utilizado con la finalidad de elevar el recuento plaquetario en aquellos pacientes que se encuentren trombocitopénicos (>20.000 u/L), hemorragias activas o pacientes que utilicen anticoagulantes y deban ser sometidos a un procedimiento quirúrgico de urgencia.

Plasma Fresco Congelado (PFC)

Aporta todos los factores de la coagulación, por lo que es usado en pacientes que presenten hemorragia activa, que tengan un recuento elevado del tiempo de protombina (TP, mide el tiempo que tarda en coagularse el plasma sanguíneo) y tiempo parcial de tromboplastina activada (KPTT, mide el tiempo que demora en coagularse la sangre entera) o en pacientes que presenten alguna coagulopatía.

Crioprecipitado (CRIO)

Contiene los factores VIII, XIII y Von Willebrand de la coagulación, por lo que su función radica en el tratamiento del déficit de alguno de ellos.

Plasma Normal Humano (PNH)

Aporta sólo los valores estables de la coagulación, por lo cual se utiliza en aféresis terapéuticas por el aporte de proteínas.

Obtención de los Hemocomponentes

La extracción debe realizarse en bolsas especiales aprobadas para tal fin que permiten recolectar un volumen de 450ml +/- 45 ml de sangre entera, las mismas contienen distintos tipos de anticoagulantes que permiten la viabilidad celular e inhiben la proliferación de microorganismos.

El principal mecanismo de separación de dichos componentes es la centrifugación, la misma actúa mediante una fuerza rotativa que provoca la sedimentación de las partículas de mayor densidad y se dividen los hemocomponentes en un circuito cerrado de bolsas estériles. Para obtener los diferentes hemocomponentes, se realizan tres procesos centrífugos: en una primera centrifugación a 2800 RPM (revoluciones por minuto)

durante 13' se obtienen los GRD separándolos del plasma rico en plaquetas (PRP); en una segunda centrifugación a 3500 RPM durante 15' del PRP se obtiene el CQ y el PFC; y finalmente, previo descongelamiento del PFC, mediante una tercera centrifugación se obtiene CRIO y PNH.

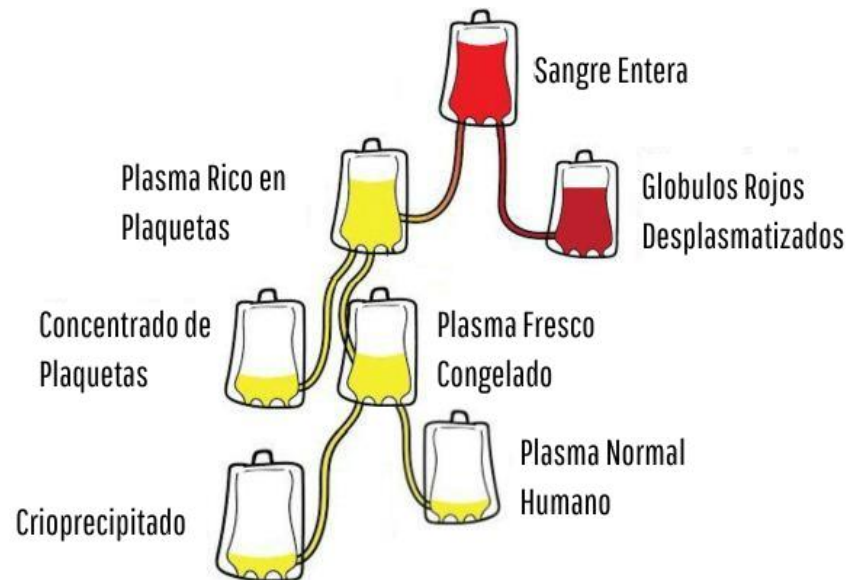


Ilustración 5. Separación de los hemocomponentes

Almacenamiento de los Hemocomponentes

Los hemocomponentes deben seguir condiciones estrictas en cuanto a su almacenamiento desde la recolección de la sangre entera en la donación hasta el momento de la transfusión, ya que un mal almacenamiento puede ocasionar una disminución en la eficacia de la transfusión y un daño potencial para el receptor.

Cada hemocomponente difiere en la temperatura en la cual debe ser almacenado y su fecha de caducidad, en los servicios de hemoterapia debe haber disponibilidad de refrigeradores, congeladores e incubadoras para el correcto almacenamiento y los mismos deben contar con un control continuo de la temperatura para detectar cualquier posible desviación de ésta antes de que el hemocomponente se vea afectado.

La mayoría de los equipos de mantenimiento de la temperatura cuentan con alarmas sonoras que alertan al personal cuando la temperatura está próxima a llegar a niveles no aceptables para el almacenamiento. En aquellos servicios en los cuales no se cuente con un registro automatizado de las temperaturas, se debe realizar un control manual cada 4 horas.

En el caso particular de las plaquetas, las mismas deben ser almacenadas en agitación constante para evitar un descenso del pH y aglutinación, por lo cual se debe contar con un agitador con rotores horizontales o elípticos que también debe ser monitoreado diariamente para detectar cualquier falla.

Durante el almacenamiento de los distintos hemocomponentes, ocurren cambios bioquímicos y morfológicos que ocasionan lo que se conoce como “lesión por almacenamiento”, es por ello que se deben respetar las condiciones necesarias de almacenamiento y el vencimiento de las unidades.

En la Resolución 797/2013 [Ministerio de Salud Nacional], se establecen las Normas Administrativas y Técnicas de los centros de Hemoterapia, donde en el Anexo I título “Preparación de Productos Sanguíneos” apartado “Identificación y almacenamiento de la sangre del donante” (Pág.45 y 46) dispone:

“Los componentes sanguíneos deberán ser almacenados a temperaturas que resulten óptimas para su función y seguridad, a saber:

- 1) Sangre total y concentrado de glóbulos rojos: 4 +/- 2° C.*
- 2) Plasma fresco congelado, plasma pobre en crío y plasma de banco: -18° C.*
- 3) Crioprecipitado: -18° C.*
- 4) Glóbulos rojos congelados con glicerol 40%: 0 -65° C.*
- 5) Glóbulos rojos congelados con glicerol 20%: 0 -120° C.*
- 6) Concentrados plaquetarios: 22 +/- 2° C.*
- 7) Concentrado de granulocitos: 22 +/- 2° C.”*

Glóbulos Rojos Desplasmatisados

Deben ser almacenados a una temperatura entre 2° a 6° C, y su vencimiento varía según el anticoagulante que fue utilizado al momento de la recolección entre 21 a 42 días. Una vez que el circuito fue abierto, debe utilizarse dentro de las 24 horas. Los GRD de menos de 14 días de extracción que fueron irradiados se vencen a los 28 días desde la fecha de irradiación o el día del vencimiento original, lo que suceda primero; y los GRD de más de 14 días de extracción irradiados vencen a las 24hs.

Concentrado Plaquetario

Requieren un almacenamiento a temperatura ambiente, de 20° a 24° C, en agitación constante; y se vencen a los 5 días de la extracción. Si el circuito es abierto, debe usarse

dentro de las 4 horas. El CQ irradiado debe mantener las mismas condiciones de almacenamiento y vencimiento.

Plasma Fresco Congelado

Necesitan ser almacenadas en congelador en una temperatura de -18°C por un año desde la obtención del hemocomponente. La unidad debe ser procesada y congelada antes de las 6 hs de la extracción de sangre entera al donante. Para su uso, puede ser descongelado en baños de agua en una temperatura de 30° a 37°C cuidando de colocar a la unidad dentro de una envoltura plástica para prevenir la contaminación bacteriana, y una vez descongelado debe almacenarse a temperatura de 1° a 6°C y utilizarse dentro de las 24hs.

Plasma Normal Humano

Al igual que el PFC tiene que ser conservado en freezer en una temperatura de -18°C y su vencimiento va a ocurrir a los 5 años desde su obtención. Una vez descongelado se almacena en heladera de 1° a 6°C y puede utilizarse hasta 5 días desde el descongelamiento.

Crioprecipitado

Debe ser almacenado en congelador a -18°C y vence al año de ser obtenido. Una vez descongelado, se almacena a temperatura ambiente entre 20° a 24°C y tiene que utilizarse dentro de las 6 horas.

Transporte de los Hemocomponentes

Existen ciertas situaciones que requieren que se traslade el hemocomponente desde el centro de Hemoterapia hacia otro centro o hacia un centro de Radioterapia para la irradiación de los mismos. Ahora bien, los requisitos de mantenimiento de temperatura durante el transporte de los hemocomponentes difieren de las condiciones antes descriptas del almacenamiento.

Es considerado que el transporte de los componentes es de corto plazo y con el uso de contenedores válidos, como ser cajas y refrigeradores, que mantengan la temperatura necesaria para cada hemocomponente es suficiente. Además del mantenimiento de la temperatura dentro de los contenedores, se deben evaluar aspectos externos como ser el tiempo de transporte, el modo de transporte y las condiciones climáticas.

la Resolución 797/2013 [Ministerio de Salud Nacional], en el Anexo I título “Preparación de Productos Sanguíneos” apartado “Transporte de sangre y componentes” (Pág.47 y 48) dispone:

“La sangre total y todos los componentes eritrocitarios líquidos deben ser transportados en forma tal que se asegure el mantenimiento de una temperatura de 1-10° C. La sangre total extraída en colectas externas debe mantenerse a temperaturas no menores de 20° C, mediante el uso de placas de butanodiol, para impedir la inactivación de las plaquetas. Los componentes conservados a 22 +/- 2° C deben ser transportados a 22 +/- 2° C, y los componentes almacenados congelados deben ser transportados de manera tal que se mantenga el congelamiento.”

Los GRD y los productos plasmáticos, una vez descongelados, deben transportarse a una temperatura de 1° a 10° C, para lo cual se deben utilizar bolsas con hielo, refrigerantes comerciales o contenedores especialmente diseñados para mantener dicha temperatura. Es importante cuidar que la unidad de GRD no esté en contacto directo con el hielo o refrigerante para evitar una hemólisis (ruptura del glóbulo rojo), además la importancia de que se mantenga la temperatura de éstos radica en que así se mantiene la capacidad metabólica y se inhibe el crecimiento bacteriano. Para comprobar que las unidades de éstos productos no lleguen a una temperatura superior a los 10° C durante su transporte, pueden utilizarse indicadores de temperatura dentro de los contenedores.

El CQ y CRIO descongelado se debe transportar a temperatura ambiente de 20° a 24° C en contenedores aislados que no permitan un aumento de la misma. En caso de situaciones de calor extremo se utilizan contenedores de doble aislamiento o bolsas refrigerantes a temperatura ambiente. Las plaquetas no pueden estar sin agitación en un período mayor de 24hs y es importante que se trasladen en contenedores diferentes a los GRD ya que el frío produce un daño plaquetario, generando un cambio en la forma de las plaquetas de forma discoidal a esférica, y en consecuencia luego no pueden realizar su función agregante para formar el tapón plaquetario en el proceso de la coagulación.

Los hemocomponentes que necesitan ser trasladados aún congelados, como el PFC o CRIO, deben hacerse en recipientes con hielo seco y estar envueltos para evitar roturas por golpes.

Todos los contenedores para transporte de hemocomponentes deben ser debidamente etiquetados y ser resistentes a golpes, seguros para proteger la integridad y temperatura de los componentes y sus muestras. En el caso de ser reutilizable deben permitir su limpieza.

La institución que reciba el hemocomponente posterior a su traslado, debe cerciorar si cumple con las condiciones necesarias para su transporte y notificar en caso de encontrar cualquier anomalía, se deben verificar los siguientes puntos:

- Contenedor: integridad, identificación, higiene
- Transporte: tiempo, temperatura

Los hemocomponentes que no fueron trasladados cumpliendo con dichos requisitos, deben ser trasladados al área de cuarentena hasta poder asegurar su viabilidad celular, o bien ser descartados.

Reacciones Postransfusionales

La selección de donantes es un proceso sumamente cuidadoso, en el cual se realiza un tamizaje a los posibles donadores mediante un cuestionario pre-donación, que tiene la finalidad de descartar a aquella persona que el uso de su sangre con fines transfusionales podría llegar a conllevar algún riesgo. Además, una vez seleccionado el donador, se realizan pruebas de serología a la unidad donada para evitar una infección transmisible por transfusión (ITT) y previo a la transfusión de la unidad se realizan pruebas de compatibilidad cruzada para corroborar la compatibilidad donante – paciente. Sin embargo, ocasionalmente, la transfusión de hemocomponentes puede generar reacciones adversas a la transfusión, y se estima que puede suceder en un 20% de las transfusiones.

Una reacción postransfusional es una respuesta anormal a la administración de un hemocomponente, que pueden ser clasificadas en inmunes (reacción antígeno – anticuerpo) o no inmunes, y a su vez según el momento de aparición de signos y síntomas en inmediatas (durante o máximo 24hs post transfusión) o tardías (posteriores a 24hs de la transfusión). Las reacciones mortales rara vez suceden y pueden tener lugar en una proporción de 1 / 50.000 transfusiones.

INMEDIATAS	
INMUNES	NO INMUNES
- Reacción hemolítica aguda - Reacción febril no hemolítica - Reacciones alérgicas - Injuria pulmonar aguda (TRALI)	- Sobrecarga circulatoria - Reacción hemolítica no inmune - Embolia gaseosa y por partículas - Contaminación bacteriana - Hipotermia

TARDIAS	
INMUNES	NO INMUNES
- Reacción hemolítica tardía - Refractoriedad plaquetaria - Púrpura postransfusional - Enfermedad injerto contra huésped asociada a la transfusión (EICH-AT) - Aloinmunización	- ITT (Hepatitis, HIV, Sífilis, entre otras.) - Sobrecarga de hierro

Tabla 1. Reacciones postransfusionales

Reacciones Postransfusionales Inmediatas

Inmunes

Reacción hemolítica aguda. Ruptura de los glóbulos rojos en circulación por una incompatibilidad inmunológica.

Reacción febril no hemolítica. Es la más frecuente de las reacciones adversas, ocasiona fiebre durante la transfusión.

Reacciones alérgicas. Pueden ir desde un leve prurito hasta una anafilaxia.

TRALI. Es un efecto adverso que puede llegar a causar la muerte, constituyendo la causa principal de muerte asociada a transfusión. Genera un cuadro de hipoxia.

No Inmunes

Sobrecarga circulatoria. Aumento rápido de la volemia en pacientes con función cardiorrespiratoria disminuida. Genera taquicardia, disnea, hipertensión.

Reacción hemolítica no inmune. Ruptura de los glóbulos rojos por congelamiento o sobrecalentamiento de la unidad, el uso de agujas de bajo calibre para la transfusión, etc.

Embolia gaseosa y por partículas. Infusión de aire a través de la vía. Genera tos, hipotensión, arritmias.

Contaminación bacteriana. Puede darse por una contaminación en los equipos de colecta, por una mala asepsia en la extracción de sangre donada, almacenamiento incorrecto.

Hipotermia. Causada por la infusión de grandes volúmenes a una baja temperatura en poco tiempo.

Reacciones Postransfusionales Tardías

Inmunes

Reacción hemolítica tardía. Ocurre entre los 3 a 13 días posteriores a la transfusión, ocasionado una ruptura de los glóbulos rojos.

Refractariedad plaquetaria. Ocurre entre los 7 a 10 días posteriores a la transfusión. No genera un aumento en el recuento plaquetario debido a una aloinmunización o incompatibilidad.

Púrpura postransfusional. Es una complicación infrecuente causada por la formación de anticuerpos contra los antígenos plaquetarios. Genera un descenso brusco del recuento de plaquetas y hemorragias que causan la púrpura (sarpullidos de color púrpura causados por la ruptura de los vasos sanguíneos)

EICH-AT. Es poco frecuente, pero con una alta tasa de mortalidad. Será descrita en profundidad en el siguiente título.

Aloinmunización. Respuesta inmunitaria que genera anticuerpos hacia los antígenos presentes en el hemocomponente transfundido.

No Inmunes

ITT. Son infecciones virales de HIV, hepatitis A, B o C, Sífilis, entre otras. Hoy en día ya muy poco frecuentes, en su mayoría se ocasionan por donadores portadores del virus que se encontraban durante el período ventana (tiempo que ocurre entre que el virus ingresa al organismo del portador y puede ser detectado en una prueba de laboratorio) en el momento de la transfusión.

Sobrecarga de hierro. Acumulación de hierro en corazón, hígado y glándulas endocrinas producto de una transfusión múltiple. Ocasiona insuficiente hepática, pancreática, cardiomiopatía, arritmias.

Enfermedad Injerto Contra Huésped Asociada a la Transfusión

La enfermedad Injerto contra huésped asociada a la transfusión (EICH-AT) es una complicación de la transfusión sanguínea que ocurre rara vez (1/1.000.000 de transfusiones), pero con una tasa de mortalidad superior al 90%, tiene lugar cuando el hemocomponente transfundido porta células linfoides competentes que poseen la

capacidad de reconocer alguna diferencia antigénica del sistema de histocompatibilidad del receptor.

La histocompatibilidad es un sistema creado por antígenos leucocitarios humanos (HLA) que reconocen a las células propias y atacan a las extrañas. Lo que sucede en la EICH-AT es que los linfocitos T presentes en el hemoderivado desencadenan una respuesta inmune celular atacando al receptor y siendo el huésped incapaz de responder inmunológicamente contra las células injertadas.

La ocurrencia de la EICH-AT va a depender de la inmunocompetencia del huésped, la similitud genética entre el donante y el receptor, y el número de linfocitos T donantes competentes presentes en el producto sanguíneo transfundido. Es por ello que, generalmente, ocurre en pacientes inmunosuprimidos como ser receptores fetales, recién nacidos, pacientes oncológicos, entre otros. Sin embargo, también puede afectar a individuos inmunocompetentes que reciban una trasfusión proveniente de un familiar de primera línea, ya que al compartir material genético HLA, los linfocitos del donante con similitud HLA no van a ser percibidos como extraños y, por ende, no serán destruidos por el sistema inmunitario del receptor. Existen muy pocos casos después de la transfusión de sangre de donantes no relacionados, y generalmente se da dentro de poblaciones con una diversidad genética limitada como en Japón.

Las manifestaciones clínicas de la EICH-AT pueden aparecer desde los 3 días hasta 30 días posterior a la transfusión, aunque las lesiones dérmicas pueden iniciarse a partir de las 24 a 48 horas posteriores a la misma, comenzando típicamente dentro de los 8 a 10 días posteriores. Dentro de los signos y síntomas que pueden aparecer, podemos mencionar erupción maculopapular, fiebre, enterocolitis, elevación de valores hepáticos y pancitopenia (déficit del recuento de células sanguíneas). La EICH-AT lleva a una aplasia total de la médula (desaparición de las células precursoras de la sangre), con un índice de mortalidad superior al 90%. El tiempo de la enfermedad es muy rápido, existe riesgo de muerte dentro de 1 a 3 semanas posteriores a los primeros síntomas.

Debido a que las manifestaciones clínicas aparecen días luego de una transfusión, puede ser difícil asociar los síntomas del paciente con la enfermedad, y pueden atribuirse fácilmente a otras condiciones. La única forma de realizar un diagnóstico certero es mediante una biopsia del tejido afectado, generalmente de la piel por ser más accesible, que revela la presencia de células o ADN ajeno en el huésped.

La enfermedad no tiene tratamiento médico, por lo cual se hace gran énfasis en la prevención de la misma. Ésta se logra mediante la irradiación de los hemocomponentes celulares.

Hemovigilancia

La Organización Panamericana de la Salud (OPM) define a la hemovigilancia como *“el conjunto de procedimientos organizados de vigilancia relativos a los efectos y reacciones adversas o inesperadas que pueden producirse a lo largo de toda la cadena transfusional, desde la extracción de sangre y componentes sanguíneos hasta el seguimiento de los receptores, todo ello con el objetivo de prevenir y tratar su aparición o recurrencia”*. Es obligación del profesional encargado de la irradiación del hemocomponente notificar cualquier error o falencia que haya ocurrido durante el proceso de irradiación del componente que pueda interferir en la transfusión, siendo el error más posible en el mantenimiento de la cadena del frío cuando el hemocomponente ha permanecido más tiempo del debido fuera del servicio de transfusión o ha sido conservado inadecuadamente.

El hemocomponente una vez ingresa al centro de radioterapia es sometido a diversos controles para su irradiación, donde se debe verificar el estado de los mismos pre y post irradiación:

- Recepción del hemocomponente y verificación de identificación del mismo.
- Control de temperatura cuando ingresa al servicio.
- Control de traslado del mismo, teniendo en cuenta embalaje y refrigerante.
- Evaluación del tiempo de traslado desde el centro de Hemoterapia hasta el servicio donde será irradiado.
- Evaluación del tiempo de permanencia dentro del servicio de Radioterapia.
- Control de temperatura en el centro durante el proceso de irradiación.

Abordaje Metodológico

Se realiza un abordaje metodológico a través de una investigación de tipo descriptiva, donde se analizan un total de 54 muestras sobre las condiciones de traslado de los hemocomponentes y permanencia en el servicio de radioterapia privado ubicado en la zona centro de la ciudad de Rosario, Santa Fe. Se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Observación del traslado de los hemocomponentes, teniendo en cuenta que requieren condiciones diferentes. Las plaquetas deben estar a temperatura

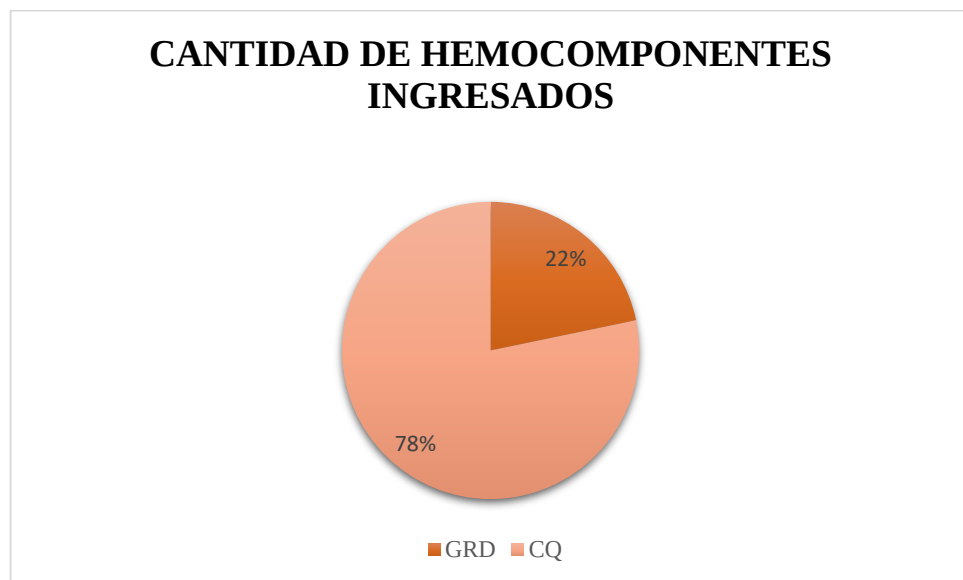
ambiente (20 a 24°) y los glóbulos rojos refrigerados (máximo 10°); ambos en contenedores herméticos.

- Medición del tiempo desde que el componente sanguíneo abandona el servicio de hemoterapia hasta que llega al servicio de irradiación, para lo cual se registra el horario de salida del primer servicio y horario de llegada al centro de radioterapia.
- Registro de horario de egreso del servicio de radioterapia para establecer tiempo de permanencia en el mismo.
- Cálculo del tiempo en que las plaquetas no están en agitación constante, considerando que pueden estarlo un tiempo máximo de 24 horas.
- Evaluación de condiciones de almacenamiento de los glóbulos rojos durante su estadía en el centro de irradiación, teniendo en cuenta que deben ser almacenados en heladera.

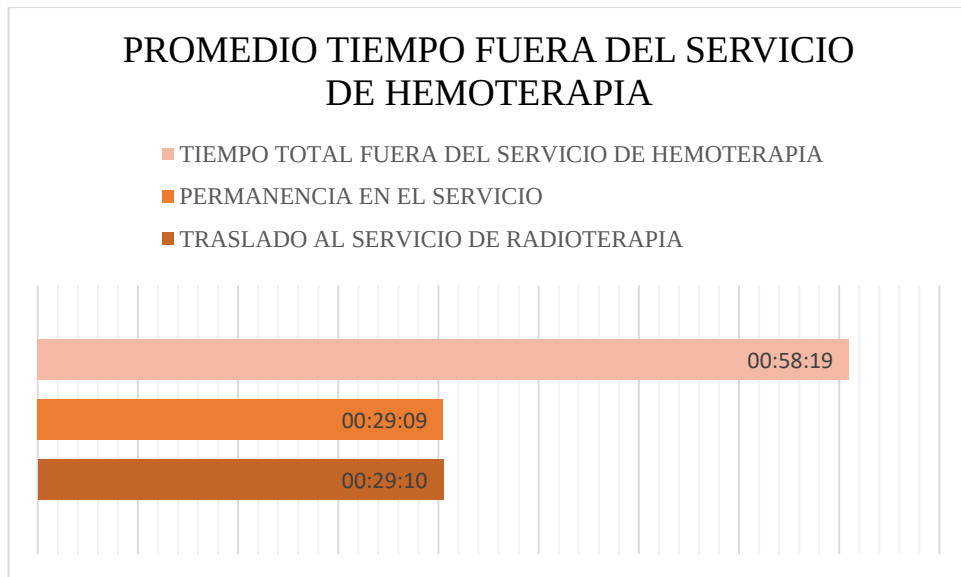
La información obtenida es registrada en la planilla dispuesta en el anexo.

Análisis e Interpretación

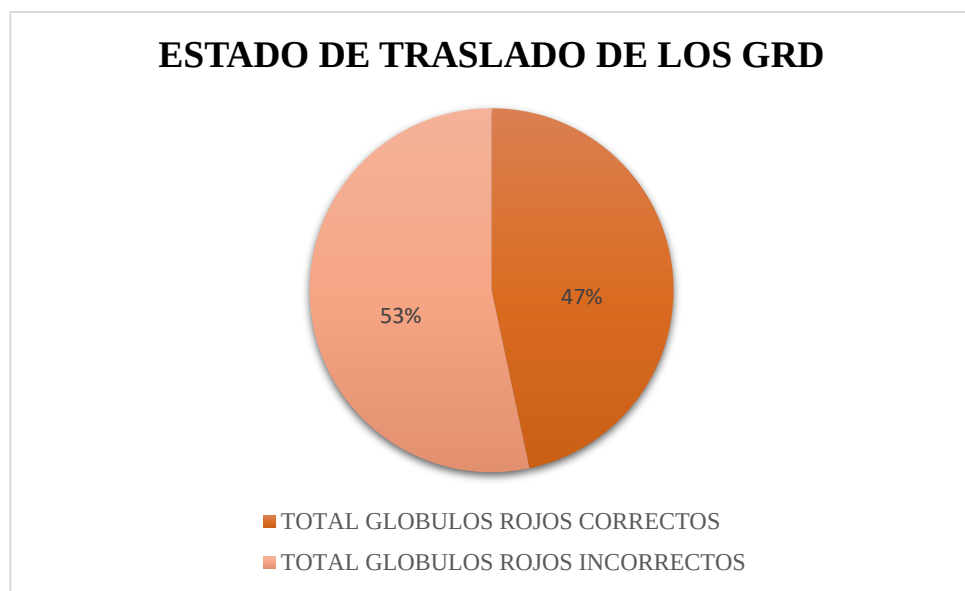
De la totalidad de la muestra sobre hemocomponentes ingresados, 54, el 78% fueron concentrados plaquetarios mientras que el 22% fueron unidades de glóbulos rojos desplasmatisados.



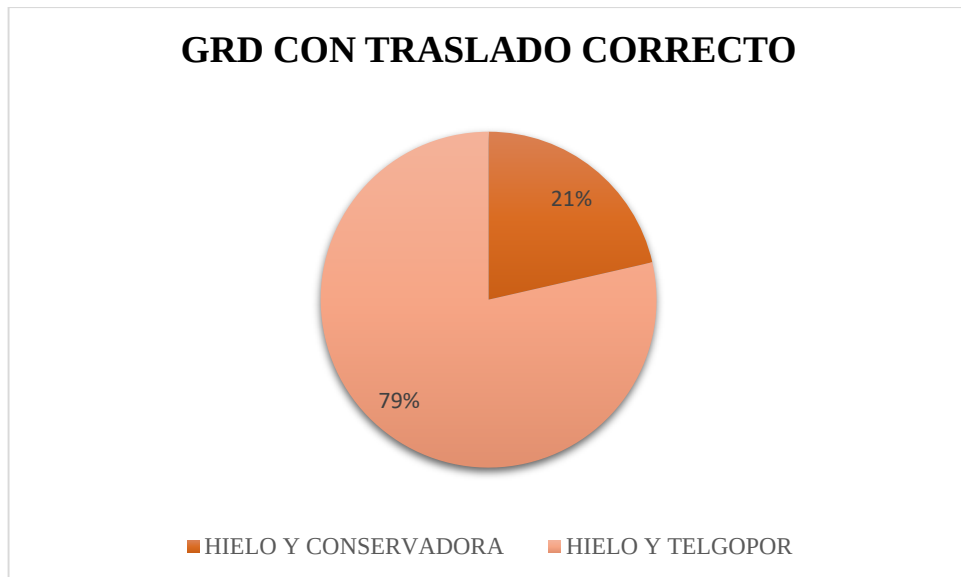
El tiempo promedio de traslado desde el centro de Hemoterapia hacia el servicio de Radioterapia fue 00:29:10, mientras que el promedio de permanencia dentro del servicio de irradiación fue de 00:29:09. Dando un tiempo promedio total de las unidades fuera del banco de sangre de 00:58:19.



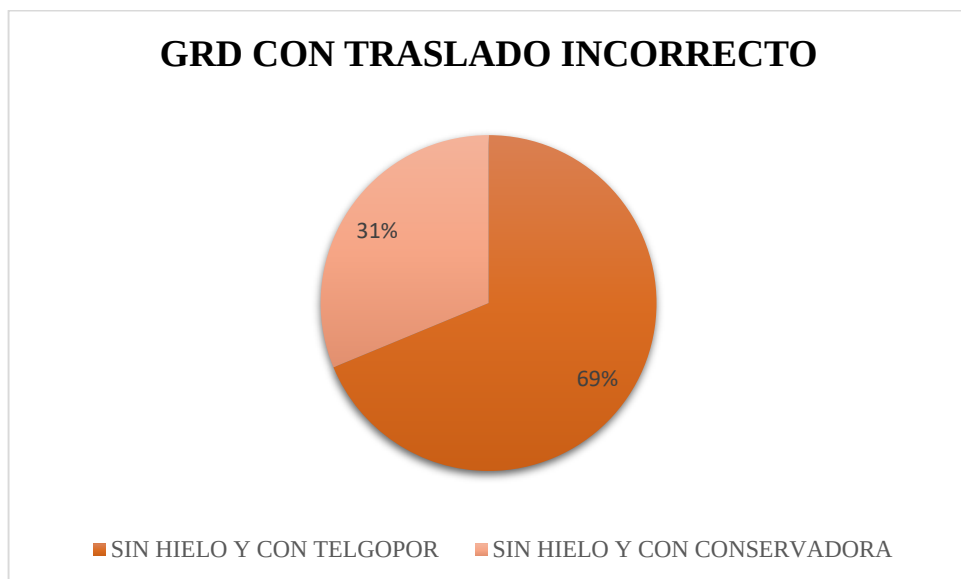
En cuando al estado de traslado de los GRD, el 47% de las unidades fueron trasladadas de forma correcta, mientras que el 53% restante no.



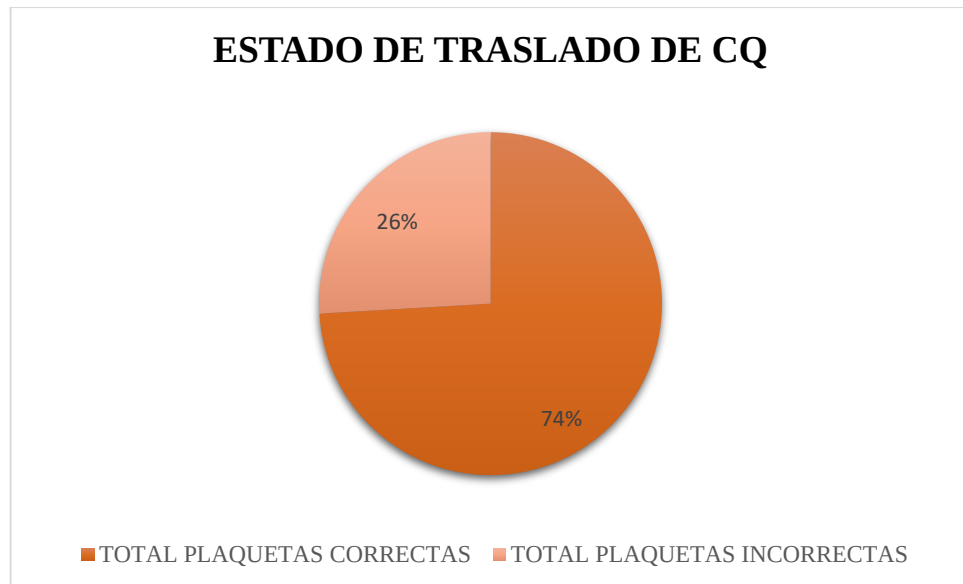
De las unidades de GRD trasladadas correctamente, el 79% fueron con contenedores de telgopor y hielo, y el 21% se trasladaron en conservadoras con hielo también. El hielo estaba colocado en bolsas, lo que evita el contacto directo con la unidad, ya que si no se podría causar una hemólisis.



En cuanto a las unidades de GRD que fueron trasladadas de forma incorrecta, el 69% se trasladaron en conservadora sin hielo, y el 31% en recipiente de telgopor sin hielo.

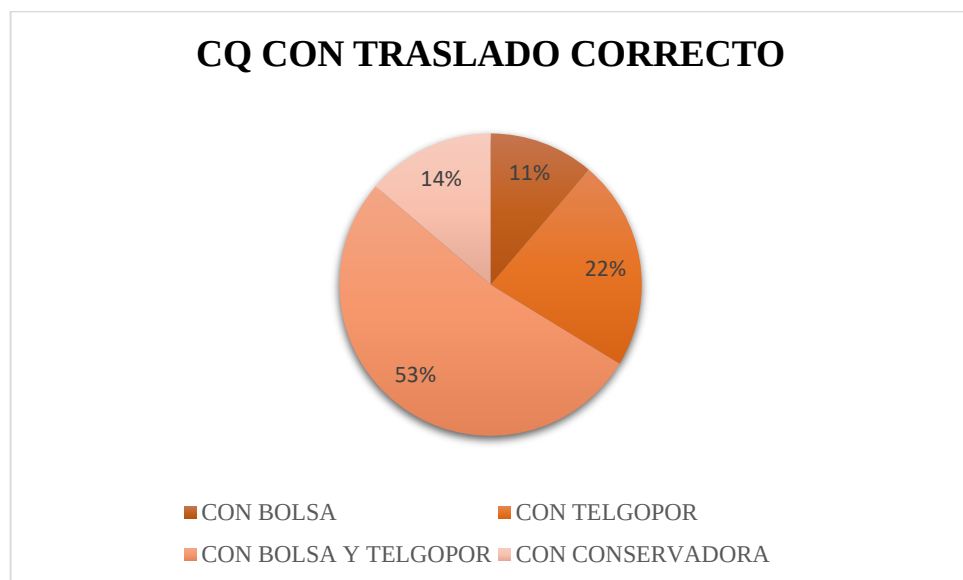


En cuanto al estado de traslado de CQ, el 74% de las unidades fueron trasladadas de forma incorrecta, mientras que el 26% restante se trasladaron correctamente.

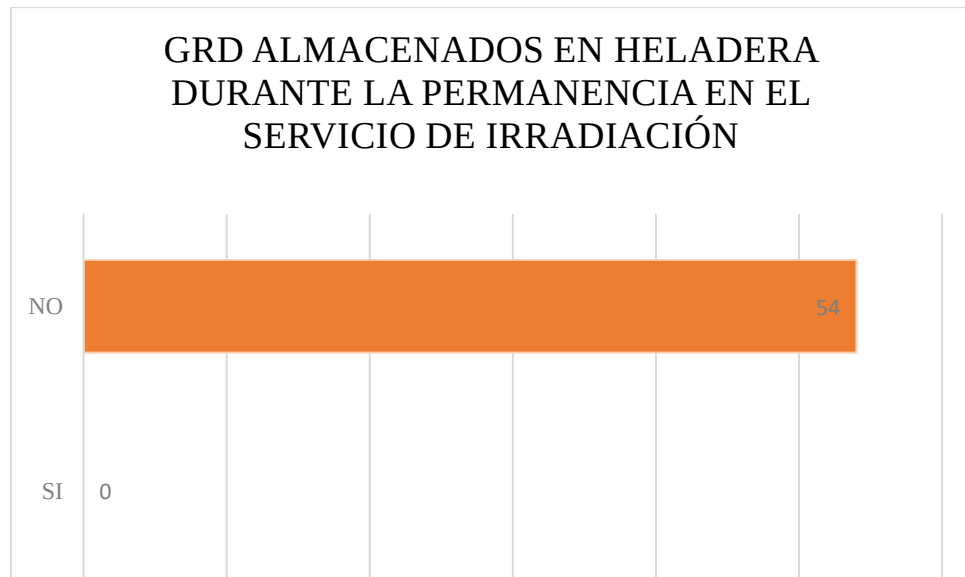


Dentro de las unidades trasladadas correctamente, el 53% se hizo con bolsa y recipiente de telgopor; un 22% solo con recipiente de telgopor; un 14% en conservadora; y un 11% sólo con bolsa. Si bien el traslado sólo con bolsa mantiene la temperatura ambiente para la conservación de las plaquetas, no es lo ideal ya que tienen que ser recipientes herméticos.

En cuanto a las unidades de CQ trasladadas de manera incorrecta, que conforman un 74% de la totalidad de la muestra, fueron trasladadas con hielo.



El centro de radioterapia donde fueron irradiados los hemocomponentes no cuenta con heladeras ni agitadores de plaquetas para su correcto almacenamiento durante la permanencia en el mismo, por lo que el 100% de GRD estuvieron fuera de heladera y el 100% de los CQ permanecieron sin agitación.



Conclusiones

De acuerdo al análisis previamente descrito de las condiciones de traslado y permanencia de los diferentes hemocomponentes al centro de radioterapia para realizar el proceso de irradiación previo a la transfusión, solamente se puede evaluar el tiempo de permanencia dentro del servicio dada la complejidad de éste, y se concluye que el tiempo de permanencia en el servicio no es significativo para generar algún cambio en la viabilidad celular de las unidades, pese a no contar con todos los elementos necesarios para su almacenamiento temporal.

El tiempo promedio total, 00:58:19, no genera un riesgo para las unidades a transfundir, ya que los GRD pueden estar hasta 4 - 6 horas sin refrigeración y los CQ pueden estar hasta 24 horas sin agitación constante sin afectar sus propiedades.

En cuanto al traslado de los mismos, para poder tener conclusiones certeras sobre si el contacto directo con el hielo de los GRD o la ausencia del mismo ha causado hemólisis en la unidad; o bien si el uso de hielo en el transporte de CQ afectó su capacidad agregante, se deberían realizar estudios de laboratorio para confirmar dichas hipótesis.

Bibliografía

- Montalvo Arenas, C.E. *Tejido sanguíneo y hematopoyesis*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://bct.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/Tejido-sanguineo.pdf>
- Dr. Del Valle, L.; Dra. Montero, J.; Dra. Caballero, A.L. (enero 1996). *Hemoterapia instrucciones básicas para banco de sangre y transfusión*. Scielo. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461996000100006
- Vázquez, J.A; Vassallo, E.; Storino, M.A. (diciembre 2002). *Reacciones postransfusionales*. Scielo. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-04692002000200004&script=sci_arttext
- González Bazart, M.A.; Hidalgo Costa, T.; Álvarez Reinoso, S.; Santana Pando, D.; Méndez Díaz, N.E. (junio 2017). *Reacciones postransfusionales. Actualización para el mejor desempeño profesional y técnico*. Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río. <https://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm-2017/rcm174s.pdf>
- Wegner, A.; Pacheco, S.; Céspedes, P.; Guevara, R.; Mallea, L.; Darras, E.; Yáñez, L. (octubre 2007). *Enfermedad injerto contra huésped asociada a la transfusión*. Scielo. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0370-41062007000500008&script=sci_arttext&tlng=pt
- Dr. Muñiz Díaz, E.; Dra. León, G.; Dr. Torres, O. (octubre 2015). *Manual Iberoamericano de Hemovigilancia*. Organización Panamericana de la Salud. <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2016/Manual-Iberoamericano-de-Hemovigilancia-FINAL.pdf>
- Dr. Mendoza Gavira, C. E. *Irradiación de hemocomponentes*. Grupo Cooperativo Iberoamericano de Medicina Transfusional. <https://gciamt.org/wp-content/uploads/2023/05/Irradiacion-de-Hemocomponentes-Dr-C-Mendoza.-Venezuela.-Mayo-2023.pdf>
- Dr. Solá, A. (noviembre 2011). *Radioterapia de intensidad modulada (IMRT)*. Revista Médica Clínica Las Condes. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864011704965>
- Tucci Reali, A. (2012). *Radiodiagnóstico y Radioterapia*. Books Google. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R8_OAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&d

[q=radioterapia&ots=OehwoMRd28&sig=sFTNytVa90p8_FZjxOqmbvP-N34#v=onepage&q&f=false](https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-797-2013-217264)

Dra. Kuperman, S.; Dra. Del Pozo, A.; Dr. Benzádon, R.; Dr. Fernández, J. (2007). *Guías nacionales para el uso apropiado de la sangre y sus componentes*. Revista Argentina de Transfusión.

https://www.sap.org.ar/docs/profesionales/AAHI_revista_de_transfusion_XXXIII_nro3_4_2007.pdf

Dr. Pelayo, B. (julio 2013). *Radioterapia externa: lo que el médico general debe saber*. Revista Médica Clínica Las Condes.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864013702104>

Sociedad Española de Transfusión Sanguínea y Terapia Celular. (2015). *Guía sobre la transfusión de componentes sanguíneos y derivados plasmáticos*. 5° edición.

Asociación Argentina de Hemoterapia e Inmunohematología. (2012). *Manual Técnico*. 17° edición.

Ministerio de Salud Nacional (julio 2013). *Normas administrativas y técnicas*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-797-2013-217264>

Anexo

MUESTRA N°	HEMOCOMPONENTE		CONDICIONES DE TRASLADO				HORARIOS					ALMAC. EN SERVICIO				OBSERVACIONES	
	GLOB ROJOS	PLAQUETAS	HIELO	CONSERV.	BOLSA	TELGOPOR	SALIDA HEMOT	DE	LLEGADA A IRRAD.	SALIDA DE IRRAD.	TIEMPO DE TRASLADO	TIEMPO DE PERMANENCIA EN SERV	HELADERA		AGITADOR		
													SI	NO	SI		NO
1	1		1	0	0	1	13:00:00		13:30:00	14:00:00	00:30:00	00:30:00		1		1	
2		6	0	0	1	0	13:00:00		13:30:00	14:00:00	00:30:00	00:30:00		1		1	
3		1	0	1	0	0	11:15:00		11:50:00	12:05:00	00:35:00	00:15:00		1		1	
4	2		0	1	0	0	11:15:00		11:50:00	12:05:00	00:35:00	00:15:00		1		1	
5	1		1	0	1	1	13:00:00		13:30:00	14:00:00	00:30:00	00:30:00		1		1	
6		3	0	0	0	1	13:00:00		13:30:00	14:00:00	00:30:00	00:30:00		1		1	
7	2		0	0	0	1	12:50:00		13:15:00	13:30:00	00:25:00	00:15:00		1		1	
8	1		1	0	0	1	13:00:00		13:35:00	13:50:00	00:35:00	00:15:00		1		1	
9		6	1	0	0	1	13:00:00		13:35:00	13:50:00	00:35:00	00:15:00		1		1	
10		6	0	0	1	1	13:00:00		13:35:00	13:50:00	00:35:00	00:15:00		1		1	
11		1	0	1	0	0	13:00:00		13:30:00	13:45:00	00:30:00	00:15:00		1		1	
12		6	0	0	0	1	11:30:00		12:00:00	12:20:00	00:30:00	00:20:00		1		1	
13	2		0	0	0	1	11:30:00		12:00:00	12:20:00	00:30:00	00:20:00		1		1	
14	2		0	0	0	1	11:30:00		12:00:00	12:20:00	00:30:00	00:20:00		1		1	
15		1	0	0	0	1	11:30:00		12:00:00	12:20:00	00:30:00	00:20:00		1		1	
16	1		1	0	0	1	19:10:00		19:30:00	19:50:00	00:20:00	00:20:00		1		1	
17		3	1	0	0	1	19:10:00		19:30:00	19:50:00	00:20:00	00:20:00		1		1	
18	1		1	0	0	1	13:00:00		13:30:00	13:45:00	00:30:00	00:15:00		1		1	
19		1	0	0	0	1	13:00:00		13:15:00	13:55:00	00:15:00	00:40:00		1		1	
20		1	0	1	0	0	15:00:00		15:30:00	16:10:00	00:30:00	00:40:00		1		1	

21		6	0	0	1	1	15:00:00	15:20:00	16:00:00	00:20:00	00:40:00		1		1	
22		6	0	0	1	1	12:10:00	12:30:00	12:45:00	00:20:00	00:15:00		1		1	
23	1		1	0	1	1	12:00:00	12:15:00	12:45:00	00:15:00	00:30:00		1		1	
24		6	1	0	1	1	12:00:00	12:15:00	12:45:00	00:15:00	00:30:00		1		1	
25	1		1	0	1	1	12:30:00	13:00:00	13:10:00	00:30:00	00:10:00		1		1	
26		6	1	0	1	1	12:30:00	13:00:00	13:10:00	00:30:00	00:10:00		1		1	
27		6	0	0	1	1	15:40:00	16:00:00	16:30:00	00:20:00	00:30:00		1		1	
28		1	0	0	1	1	13:00:00	13:35:00	14:00:00	00:35:00	00:25:00		1		1	
29	1		1	0	1	1	12:45:00	13:05:00	13:30:00	00:20:00	00:25:00		1		1	
30		1	0	1	0	0	15:00:00	15:50:00	16:10:00	00:50:00	00:20:00		1		1	
31	2		0	1	0	0	11:30:00	11:50:00	12:50:00	00:20:00	01:00:00		1		1	
32		1	0	1	0	0	11:30:00	11:50:00	12:50:00	00:20:00	01:00:00		1		1	
33	1		1	0	0	1	13:00:00	13:30:00	14:00:00	00:30:00	00:30:00		1		1	
34	2		0	1	0	0	13:00:00	13:35:00	14:00:00	00:35:00	00:25:00		1		1	
35		6	1	0	0	1	15:00:00	15:30:00	15:50:00	00:30:00	00:20:00		1		1	
36		1	0	1	0	0	15:00:00	15:20:00	15:50:00	00:20:00	00:30:00		1		1	
37		1	0	1	0	0	12:00:00	12:30:00	13:15:00	00:30:00	00:45:00		1		1	
38		7	0	0	0	1	12:00:00	12:30:00	13:15:00	00:30:00	00:45:00		1		1	
39		7	0	0	1	1	14:30:00	15:00:00	15:50:00	00:30:00	00:50:00		1		1	
40	2		0	1	0	0	14:30:00	15:00:00	15:50:00	00:30:00	00:50:00		1		1	
41		1	0	1	0	0	14:30:00	15:00:00	15:50:00	00:30:00	00:50:00		1		1	
42		1	0	1	0	0	15:00:00	15:30:00	16:00:00	00:30:00	00:30:00		1		1	
43		1	0	0	1	0	13:00:00	14:00:00	14:15:00	01:00:00	00:15:00		1		1	
44	1		1	0	0	1	13:00:00	14:00:00	14:15:00	01:00:00	00:15:00		1		1	
45		1	0	0	1	0	12:45:00	13:10:00	13:55:00	00:25:00	00:45:00		1		1	

46	1		1	0	0	1	12:45:00	13:10:00	13:55:00	00:25:00	00:45:00		1		1	
47		1	0	1	0	0	13:00:00	13:40:00	13:55:00	00:40:00	00:15:00		1		1	
48	2		1	1	0	0	14:15:00	14:45:00	15:10:00	00:30:00	00:25:00		1		1	
49	2		0	1	0	0	12:30:00	13:10:00	14:00:00	00:40:00	00:50:00		1		1	
50		10	0	0	1	1	15:00:00	15:30:00	16:10:00	00:30:00	00:40:00		1		1	
51		1	1	1	0	0	13:00:00	13:20:00	13:50:00	00:20:00	00:30:00		1		1	
52	1		1	1	0	0	13:00:00	13:20:00	13:50:00	00:20:00	00:30:00		1		1	
53		1	0	1	0	0	13:00:00	13:20:00	13:40:00	00:20:00	00:20:00		1		1	
54		1	0	0	1	0	14:30:00	15:00:00	15:45:00	00:30:00	00:45:00		1		1	