



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

Valoración de la función cardiaca en  
pacientes con ERC KDOQI V  
sometidos a hemodiálisis y en  
tratamiento farmacológico para la  
insuficiencia cardiaca, en el Hospital  
Infantil de México Federico Gómez.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN :

PEDIATRÍA

P R E S E N T A:

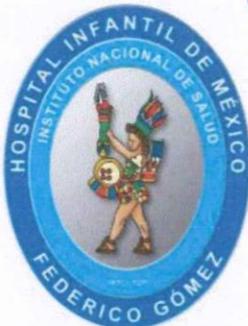
Dra. Karla Estefania Gallardo Huerta

TUTORES:

Dra. Begoña Segura Stanford

Dr. Alfonso Reyes López

Dr. Teodoro Saúl Valverde Rosas



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2024





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

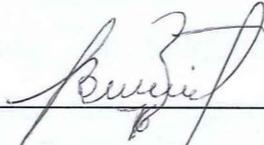
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

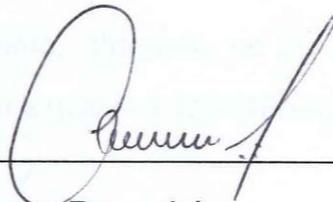
---

Dr. Sarbelio Moreno Espinosa  
Director de Enseñanza y Desarrollo Académico



---

Dra. Begoña Segura Stanford  
Medico Adscrito al Departamento de Cardiología  
Directora De Tesis



---

Dr. Alfonso Reyes López  
Asesor metodológico



---

Dr. Teodoro Saúl Valverde Rosas  
Medico Adscrito al Departamento de Nefrología  
Tutor Asesor

## **DEDICATORIAS**

Para mi familia, humana, perruna y gatuna, el pilar de mi vida y mi carrera, los únicos que sé que siempre estarán ahí apoyándome a pesar de las dificultades presentadas durante estos años, hemos logrado salir adelante como equipo y como equipo logramos terminar este proyecto de vida que decidí iniciar hace tres años: Pediatría.

A todos mis amigos, que se volvieron mi familia en estos años, ustedes saben quién son, porque sin el apoyo que nos hemos otorgado, no lograríamos salir victoriosos, felicidades a ustedes que también lo lograron y lograrán aún más, estoy segura.

Gracias a todos mis tutores por ofrecerme apoyo a pesar de la premura de las cosas y por siempre ofrecerme su tiempo, orientación y disposición incondicional.

## ÍNDICE

ANTECEDENTES .....	5
MARCO TEÓRICO.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	19
JUSTIFICACIÓN .....	20
HIPÓTESIS .....	20
OBJETIVOS.....	21
MÉTODO.....	21
PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	22
VARIABLES DE ESTUDIO.....	23
RESULTADOS DE ESTUDIO.....	24
DISCUSIÓN .....	27
CONCLUSIONES .....	30
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	32
REFERENCIAS.....	32
LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	34
ANEXOS .....	35

## ANTECEDENTES

La insuficiencia cardiaca se define como la “falla del corazón para suministrar sangre a la circulación sistémica o pulmonar a una velocidad de flujo adecuada, o para recibir retorno venoso a una presión de llenado adecuada, lo que tiene como resultado efectos adversos en el corazón, la circulación y el paciente” (Kantor et al., 2013)

Las causas de la insuficiencia cardiaca en niños tiene diversas etiologías, puede ser secundaria a defectos congénitos cardiacos que conocemos su incidencia es alta, (0.8% de recién nacidos vivos) de los cuales un pequeño porcentaje de estos resultan en insuficiencia cardiaca durante la infancia, sin embargo, quienes representan un problema para el desarrollo de la misma, son procesos inflamatorios sistémicos, procesos metabólicos (Kantor et al., 2013) y lo que en esta tesis será motivo de estudio, asociada a la enfermedad renal crónica.

Las Guías de la Sociedad Cardiovascular Canadiense, actualmente utilizadas, describen la importancia de un diagnóstico oportuno en niños, ya que 87% de los casos se diagnostican cuando el paciente se encuentra en una descompensación severa, volviendo el tratamiento farmacológico complejo, por lo anterior, estudios diagnósticos son necesarios establecer y se encuentran indicados en pacientes que presentan sintomatología compatible con falla cardiaca, como lo son una radiografía de tórax, electrocardiograma y ecocardiograma (Kantor et al., 2013)

Existe evidencia en la que el uso diagnóstico del ecocardiograma revela una reducción de la función sistólica y diastólica de ventrículo izquierdo de manera progresiva en niños con enfermedad renal crónica en sus diferentes estadios y en los que reciben terapia sustitutiva renal, comparados con niños sanos, por otro lado Doyon y colaboradores, en su estudio publicado en 2019, de tipo prospectivo con una muestra de 688 pacientes de 6 a 17 años con enfermedad renal crónica, seguidos en el periodo de 2010 a 2012, nos plantean como hipótesis asociación

directa en pacientes que usan como tratamiento inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina con una mejor preservación de la función diastólica del ventrículo izquierdo, siendo debería ser el tratamiento de elección como tratamiento, independientemente del nivel de proteinuria (Doyon et al., 2019)

Exclusivamente, la función cardíaca en pacientes sometidos a hemodiálisis y sobre todo en la edad pediátrica son poco estudiados, sin embargo, un estudio prospectivo por Rakha y colaboradores publicado en 2020 demuestra que la hemodiálisis por sí misma también tiene efectos en la función cardíaca, evalúan a 40 pacientes pediátricos mediante ecocardiograma modo M pre y post hemodiálisis, en donde parte de los resultados obtenidos se describe que el peso y la presión arterial se redujeron post hemodiálisis, sin embargo, la frecuencia cardíaca fue significativamente mayor, explicándose como resultado de los cambios hemodinámicos por la misma terapia sustitutiva renal, esto es de importancia considerando que la perfusión coronaria que ocurre en la diástole, pudiera verse afectada, ocasionando una isquemia cardíaca secundaria y por lo tanto mayor disfunción miocárdica (Rakha et al., 2020)

La insuficiencia cardíaca en niños tiene como meta de tratamiento dos vertientes, si se trata de falla cardíaca aguda consiste en el control de sintomatología relacionada a la baja perfusión, sobrecarga hídrica o ambos; en cuanto al tratamiento crónico el tratamiento va encaminado a uso de fármacos que reduzcan sintomatología y a incrementar la sobrevida de los pacientes. Las guías actualmente establecidas para el tratamiento de dicha patología en su mayoría describen basarse en la experiencia en adultos. No existe una guía para el tratamiento para la falla cardíaca exclusivamente en pacientes sometidos a terapia sustitutiva renal, si bien, sabemos que la enfermedad renal crónica es una causa importante de morbilidad y mortalidad en estos pacientes, desconocemos si solo los fármacos como lo son los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina son los únicos que pudieran resultar en beneficio de la función cardíaca.

En cuanto al tratamiento, en las guías no se considera en el tratamiento el grado de disfunción cardíaca, y tampoco la presencia de enfermedad renal en tratamiento con hemodiálisis, lo cual también se refleja en un estudio descriptivo retrospectivo, publicado en 2015, que reúne información acerca del tratamiento prescrito para insuficiencia cardíaca aguda descompensada en 43 hospitales pediátricos de Estados Unidos, con un total de 1773 pacientes de 1-21 años, en donde se demostró una variabilidad en los fármacos prescritos, durante su hospitalización y al alta a domicilio. En el tratamiento intrahospitalario, la milrinona, fue el agente más utilizado en un 52% de los pacientes, se prescribieron diuréticos en el 90.1% de la población, siendo la furosemida el más prescrito. En cuanto al tratamiento al alta, 69.6% de los 1649 pacientes que egresaron, se les prescribió a un 69.6% IECAS y 36.8% betabloqueadores, esto es solo una representación de la prescripción utilizada en una región, quienes describen solo ser un informe de las practicas de prescripción a nivel nacional, sin considerar el grado de la disfunción sistólica de estos pacientes (Price & Moffett, 2013)

## **MARCO TEÓRICO**

La falla cardíaca en niños representa una incidencia de 0.34-0.87 casos por cada 100mil personas, su mortalidad a lo 5 años es alta, se reporta hasta un 80%; siendo la falla cardíaca un síndrome clínico complejo resultado de lesión estructural o funcional que produce incapacidad para llenado o eyección ventricular de sangre (Cassalett-bustillo, 2018)

La falla cardíaca en niños a diferencia de los adultos no se produce secundaria a enfermedad isquémica, es secundaria a compromiso de la función diastólica, comprometiendo la relajación del ventrículo derecho, siendo más frecuentes causas primarias como cardiopatías congénitas, sin embargo, las causas secundarias como lo es tema de este trabajo, la enfermedad renal crónica, lleva a cabo los mismos mecanismos adaptativos fisiopatológicos, generando falla en la bomba cardíaca.

## FISIOPATOLOGÍA

Los factores que pueden conducir a falla cardiaca se agrupan en las siguientes categorías:

1. Disminución de la función contráctil: secundaria a pérdida de sarcómeros por infarto o isquemia, generando disminución de la fuerza contráctil.

2. Sobrecarga de volumen: generalmente ocurren en presencia de cortocircuitos de izquierda a derecha que en el algún momento generarán dilatación biventricular y disminución de la función contráctil.

3. Sobrecarga de presión: se genera cuando hay una obstrucción de salida al ventrículo, generando sobrecarga de presión y posterior hipertrofia de la pared, disminuyendo el gasto cardiaco y disminuyendo el oxígeno sistémico.

4. Disfunción diastólica: se produce una alteración en la relajación, alterando el llenado en diástole, generando caída del volumen latido y por consiguiente del gasto cardiaco.

5. Cambios en el sistema vascular periférico: en estadio de falla cardiaca avanzada, existe vasoconstricción periférica, secundaria a incremento de catecolaminas y aminas presoras.

Todos los factores ya mencionados, conllevan a que el corazón realice cambios adaptativos, siendo los más importantes, el mecanismo de Frank-Starling y la activación del sistema neurohumoral; el primero se describe como la habilidad del corazón de cambiar su contractilidad con base en el grado de retorno venoso, al incrementar la presión en el corazón, este incrementa el volumen latido para mantener el gasto cardiaco; el segundo, son una serie de neurotransmisores y hormonas activados que generan algunos vasoconstricción y otros vasodilatación, siendo al final perpetuadores de la falla cardiaca, ya que en ningún momento se logra un balance entre ellos al liberarse.

La liberación de péptidos natriuréticos, causan vasodilatación periférica, disminuye la producción de aldosterona y tono de la arteria aferente, aumentando el tono de la

arteria renal eferente, el flujo sanguíneo y la filtración glomerular, con la excreción de sodio y agua, desencadenando caída del gasto cardiaco, y generando activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, con propósito de mantener la presión arterial y perfusión a órganos vitales, este mecanismo causa cardiotoxicidad, retención de sodio y agua, incremento de la resistencia vascular periférica, depresión miocárdica, alteración de receptores, arritmias, remodelación vascular y miocárdica, generando un círculo vicioso al síndrome de falla cardiaca, ya que siempre habrá retención de líquidos, con incremento de la precarga del ventrículo.

Por otro lado, hay un aumento del sistema simpático, liberando niveles de norepinefrina como respuesta a la caída del gasto cardiaco y de la tensión arterial, sin embargo, mismo efecto compensador se asocia a incremento de apoptosis a nivel cardiaco, contribuyendo a la falla cardiaca. Otro mecanismo activado, secundario a la hipoperfusión, es la activación de receptores Toll 4, que estimulan producción y liberación de mediadores de la inflamación que a su vez inducen disfunción endotelial, remodelamiento del ventrículo izquierdo, desacople de receptores y apoptosis de células miocárdicas (Cassalett-bustillo, 2018)

La correlación entre la falla renal y cardiaca, acuña el término de síndrome cardiorrenal, definiéndose como la extrema desregulación cardiaca y renal, existiendo un daño bidireccional a través de vías neurohumorales y hemodinámicas, existen cinco entidades fisiopatológicas, los dos primeras son alteraciones de la función cardiaca primarias que condicionan daño progresivo renal; en el tipo 3 se caracteriza por lesión renal aguda que genera disfunción cardiaca aguda, el tipo 4 se caracteriza por una condición primaria de enfermedad renal crónica que contribuye a decremento de la función cardiaca y por último el tipo 5 describe la presencia simultánea de disfunción renal o cardiaca asociada a trastornos sistémicos agudos o crónicos (Chávez-López et al., 2015)

Como se mencionó anteriormente, los mecanismos fisiopatológicos de falla cardiaca secundaria a falla renal, siguen la misma vertiente que las causas

primarias, sin embargo, es importante recalcar ciertos mecanismos hemodinámicos y neurohumorales entre estas dos entidades, que nos ayudan a entender el daño generado entre ambos; en la parte hemodinámica “se pensaba que el síndrome cardiorenal comenzaba con la la disfunción ventricular izquierda que generaba disminución del flujo sanguíneo renal, con la resultante retención hídrica y aumento sobrecarga del corazón” sin embargo, se ha observado en muchos pacientes, hipertrofia de ventrículo izquierdo con fracción de eyección ventricular conservada (Chávez-López et al., 2015) por lo que es importante entender que no es el único mecanismo que genera el síndrome cardiorenal.

Es de importancia el aumento de la masa ventricular izquierda, ya que será motivo de estudio de este trabajo, como tal, representa un importante predictor de aumento de la mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica, generado principalmente por un estado proinflamatorio, el cual es un evento temprano en situaciones de estrés cardíaco, como sobrecarga de presión y volumen, característico en pacientes con enfermedad renal crónica, generando un mayor número de citocinas, provocando como se mencionó anteriormente disfunción endotelial y remodelación del ventrículo izquierdo; un estudio publicado en 2020, involucró a 50 niños menores de 18 años que se encontraban en hemodiálisis, estudia la presencia de interleucina 8, la cual se ha estudiado que conduce a disfunción miocárdica en ratones sanos; concluye un papel importante de esta interleucina ya que se encontraron niveles elevados en estos pacientes (Badawy et al., 2020)

Dentro de los mecanismo neurohumorales ya se mencionó, se presentan como perpetuadores el daño orgánico cardíaco, y en este caso, también el daño renal. El sistema renina-angiotensina-aldosterona, con la liberación de angiotensina II, participa en la síntesis de citocinas renales, favoreciendo la fibrosis y apoptosis, provocando a nivel renal atrofia vascular y mayor daño renal; también produce activación de la oxidasa del dinucleótido de nicotinamida y adenina (NADH) y de la oxidasa del dinucleótido fosfatado de nicotinamida y adenina (NADPH) en las

membranas del músculo liso vascular, el epitelio tubular renal y miocitos cardiacos produciendo radicales superóxido generando lesión cardiaca y renal directa.

A nivel cardiaco la activación del sistema simpático de manera persistente, genera una desregulación de receptores B1 y B2 sistémicos, se desconoce mecanismo exacto de daño, pero se cree que se disminuye el número de receptores, agravando funcionamiento de ambos órganos, corazón y riñón. Por otro lado la aldosterona actúa directamente en receptores de mineralocorticoides a nivel de los cardiomiocitos, promoviendo hipertrofia y dilatación cardiaca así como disfunción endotelial, última perpetuada también por la liberación de radicales superóxido generados ya mencionados (Chávez-López et al., 2015)

La enfermedad renal crónica tiene per se alteraciones a nivel de diversos órganos y sistemas, donde figuran varios que tienen también afección directa a sistema cardiovascular, como lo son: la anemia, generada por deficiencia de eritropoyetina que ante un estado inflamatorio sistémico como lo es la enfermedad renal crónica, los radicales libres ya mencionados, contribuyen incremento de hepcidina, disminuyendo disponibilidad de hierro, perpetuando así dicha patología provocando según los grados de anemia, afección hemodinámica en los pacientes pudiendo exacerbar la presencia de insuficiencia cardiaca. La deficiencia de Vitamina D en la enfermedad renal crónica, disminuye el efecto antihipertrófico cardiaco que se ha demostrado tiene y los procesos reguladores de la presión arterial. La sobrecarga de fosfato en la enfermedad renal crónica libera factor de crecimiento fibroblástico 23, su incremento también se asocia a hipertrofia de ventrículo izquierdo y así mismo disminuye la expresión de Vitamina D, condicionando lo ya descrito de esta hormona. (Chávez-López et al., 2015)

## **CLASIFICACIÓN INSUFICIENCIA CARDIACA**

Los signos y síntomas de la insuficiencia cardiaca se clasifican según la clase funcional de la New York Heart Association (NYHA), y la clasificación de Ross

aplicada a niños más pequeños, cuantifica los cambios de la capacidad funcional basada en los síntomas presentados:

- Clase I: Asintomáticos
- Clase II:  
Lactantes: taquipnea leve o diaforesis con alimentación, sin falla del crecimiento.  
Niños mayores: disnea de esfuerzo moderado.
- Clase III:  
Lactantes: marcada taquipnea o diaforesis con la alimentación, falla de crecimiento.  
Niños mayores: disnea de esfuerzo leve
- Clase IV:  
Taquipnea, diaforesis, dificultad respiratoria en reposo.  
(Kantor et al., 2013)

## **DIAGNÓSTICO DE INSUFICIENCIA CARDIACA**

Considerando que 87% de los casos de insuficiencia cardiaca se diagnostica solo cuando un paciente está en estado de descompensación, es indispensable, ante la sospecha clínica según los datos clínicos expresados escala de Ross así como un dato clínico pivote que es la falla de medro, realizar abordaje diagnóstico con auxiliares como lo son la radiografía de tórax en búsqueda de dilatación ventricular; medición de electrolitos séricos y química sanguínea, se recomienda medición de péptido natriurético auricular; electrocardiograma, con los hallazgos de mayor importancia: taquicardia sinusal, hipertrofia de ventrículo izquierdo, cambios en el segmento ST y bloqueos de primer grado atrioventriculares; ecocardiograma que deberá incluir sobre todo mediciones del ventrículo izquierdo, lo que es fracción de acortamiento, medición de fracción de eyección y la evaluación de la función diastólica, determinando así, como definición la disfunción sistólica del ventrículo izquierdo en niños como una fracción de acortamiento <25% y/o una fracción de eyección <55% (Kantor et al., 2013)

Considerando lo anterior, la falla cardiaca en pacientes con enfermedad renal crónica, pudiera también solo diagnosticarse únicamente cuando esté descompensada, no existe guía o algoritmo diagnóstico de falla cardiaca en estos pacientes, por lo que deberíamos conocer qué estudios son de relevancia realizar para diagnóstico y/o seguimiento, dentro de los estudios complementarios recomendados, el electrocardiograma y ecocardiograma nos expresan ambos cambios que expresan hipertrofia ventricular llevándonos así a equiparar ambos.

Un estudio realizado en Italia, en adultos, incluye a 927 pacientes, estudia la hipertrofia ventricular izquierda con un electrocardiograma y ecocardiograma basal y otro 10 años posterior a su estudio, valora que tan equiparables son los resultados de ambos, cabe recalcar que toma en cuenta índices utilizados en adultos para hipertrofia ventricular, que en niños no son utilizados; concluye que hay una alta discrepancia, donde los hallazgos de ecocardiografía revelan incremento de hipertrofia y los hallazgos en electrocardiograma pierden la sensibilidad en los índices utilizados en adultos, sin embargo solo conservan una sensibilidad adecuada en la amplitud elevada de la onda R en derivaciones izquierdas, sobre todo avL, sensibilidad basal del 24.5% y especificidad del 90.9% y 10 años después sensibilidad de 30.5% y especificidad de 87.4% por lo que concluye que el electrocardiograma no es un método útil para evaluaciones en la variación de la hipertrofia ventricular izquierda en adultos (Bombelli et al., 2023) sin embargo, considerando que en niños se utiliza amplitud de ondas según percentiles por edad, pudiera considerarse, esta información de utilidad para evaluaciones de diagnóstico y seguimiento.

En cuanto al estudio ecocardiográfico, es de gran importancia ya que es el único que revela si existen cambios ventriculares, en estructura y función, la hipertrofia ventricular izquierda, es uno de los hallazgos más comunes en pacientes con enfermedad renal crónica hasta un 75% y la masa del ventrículo izquierdo inadecuada es un factor pronóstico negativo que incrementa la mortalidad de origen cardiovascular en estos pacientes y está asociado a la gravedad de la enfermedad

renal crónica, siendo que en la ecocardiografía 2D, la masa miocárdica inadecuada, parece ser un marcador sensible de cambios estructurales cardiacos (Kovářová et al., 2021)

En el estudio de ecocardiograma, exclusivamente en los pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis, los cambios hemodinámicos a los cuales se someten por cambio en el volumen intravascular en la terapia sustitutiva renal, deben ser considerados, como lo refleja en el estudio prospectivo por Rakha y colaboradores, donde con un ecocardiograma pre y post hemodiálisis revela una disminución significativa en el diámetro telesistólico, telediastólico del ventrículo izquierdo y del índice de masa del ventrículo izquierdo posterior a la hemodiálisis (Rakha et al., 2020) por lo que cuando se realice dicho estudio diagnóstico se debe considerar en qué estado se encuentra el paciente.

## **TRATAMIENTO**

En cuanto al tratamiento de la insuficiencia cardiaca en niños, siguiendo como base la Guía de la Sociedad Cardiovascular Canadiense, expone los grupos farmacológicos usados de manera aguda y crónica, en primera instancia diuréticos como la furosemida, estableciendo como meta terapéutica regresar a los pacientes a estado de euvolemia; agentes inotrópicos como lo son la milrinona en pacientes con síntomas de bajo gasto, y propone uso de catecolaminas como dobutamina, epinefrina, norepinefrina; se menciona que los agentes vasodilatadores como nitroprusiato de sodio o nitroglicerina son poco utilizados, generalmente solo en asociaciones con hipertensión arterial sistémica (Kantor et al., 2013)

En el tratamiento crónico, el uso de inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina está indicado en niños con insuficiencia cardiaca debido a una enfermedad primaria del músculo cardíaco del ventrículo izquierdo; los B-bloqueadores son una terapia que en niños aún no está clara; el uso de carvedilol está recomendado, porque se observan mejoras en la fracción de eyección;

inhibidores del receptor de aldosterona generalmente se reservan a pacientes en los que IECAS o beta bloqueadores no han tenido mejoría. El último fármaco expuesto por la Sociedad Canadiense es el uso de digoxina, se describe que en niños no está recomendado de rutina, no se informa que la digoxina produzca mejor contractilidad o una mejoría de los síntomas clínicos, suele usarse en conjunto con carvedilol para el control de arritmias (Kantor et al., 2013)

### DIURÉTICOS

Los diuréticos, han sido pilar del tratamiento, se recomiendan para aliviar los síntomas debido a sobrecarga de volumen, diuréticos como furosemida o bumetanida son usados como primera línea de tratamiento, una alternativa también son los diuréticos tiazidas. Es importante tomar en cuenta que deben usarse para encontrar un equilibrio entre la precarga y poscarga ya que uso excesivo puede provocar una caída repentina del volumen sistólico y del gasto cardiaco, estimulando aún más el sistema simpático y el sistema renina angiotensina aldosterona, perpetuando el daño miocárdico ya comentado (Das, 2022)

### AGENTES INOTRÓPICOS

- Milrinona

Es un inhibidor de la fosfodiesterasa-3, se usa debido a sus acciones inotrópicas y lusitrópicas positivas (Das, 2022) se utiliza en niños con signo y síntomas de bajo gasto cardiaco como lo son mala perfusión, disminución del gasto urinario, extremidades frías, es un inotrópico con propiedades vasodilatadores que puede aumentar el gasto cardiaco y reducir las resistencia vascular sistémica (Kantor et al., 2013)

- Levosimendán

Es un agente sensibilizador del calcio que se une a troponina C, aumenta su sensibilidad al calcio intracelular y tiene una acción inotrópica y lusitrópica positiva.

También abre los canales de potasio dependientes del trifosfato de adenosina que conducen a la relajación del músculo liso, la vasodilatación y la disminución de la resistencia vascular sistémica. Este fármaco provoca incremento de la contractilidad sin aumento de la demanda de oxígeno miocárdica (Das, 2022)

### DIGOXINA

La digoxina, es un fármaco con efectos inotrópicos positivos, relacionados con la inhibición de la bomba ATPasa de sodio, potasio, incrementando el sodio intracelular, que posterior provoca incremento de calcio por el transportador sodio-calcio, llevando a una contracción más enérgica, prolongando la fase IV y fase 0 del potencial de acción cardíaco, así mismo provocando disminución de la frecuencia cardíaca (Abdel Jalil et al., 2020)

En adultos, el uso de tratamiento farmacológico con digoxina demuestra beneficio hemodinámico agudo en insuficiencia cardíaca congestiva, en niños, no se informa que de digoxina de como resultado una mejoría de la contractilidad y consiguiente una mejora de los síntomas clínicos, se ha utilizado en terapia con diuréticos en lactantes con un defecto septal ventricular grande y congestión pulmonar debido a sobrecirculación. No hay datos pediátricos que respalden el uso de digoxina en corazones estructuralmente sanos con disfunción sistólica, por lo que no se puede recomendar de rutina (Kantor et al., 2013)

### INHIBIDORES DE LA ENZIMA CONVERTIDORA DE ANIOTENSINA

El papel del sistema renina angiotensina aldosterona en patogenia de la insuficiencia cardíaca, recae en que promueve disfunción endotelial, estimulando a las metaloproteinasas resultando en hipertrofia de miocitos, fibrosis y distensibilidad ventricular reducida. La angiotensina II y la aldosterona, causan hipertrofia de los cardiomiocitos independientemente del estrés asociado a la hipertensión sistémica generada por este eje al activarse, es por eso que el tratamiento con inhibidores de

la enzima convertidora de angiotensina y de los antagonistas de aldosterona son de los primeros en indicarse para evitar progresión de la enfermedad, generando remodelación inversa, reducción de resistencia vascular sistémica y mejoría de la distensibilidad vascular. Las propiedades de remodelación parecen ser mejores con IECAS, destacando el lisinopril (Das, 2022)

Los IECAS son un pilar de tratamiento médico en pediatría, sin embargo, no hay datos que indiquen la mejor manera de iniciar y aumentar la dosis de estos medicamentos en niños, a diferencia de la evidencia en la población adulta, generalmente se sugiere iniciar con dosis baja de 0.1mg/kg/día. Un estudio retrospectivo publicado en 2016 por la American Heart Association concluyó que se puede introducir de forma segura un aumento de la dosis de IECA para lactantes y niños con enfermedades cardiovasculares (Roche et al., 2016)

### BETABLOQUEADORES

Los beta bloqueadores disminuyen la frecuencia cardiaca, mejorando el llenado diastólico del ventrículo izquierdo, aumentan el gasto cardiaco y previenen arritmias, a menudo se prescriben para tratar comorbilidades de las arterias coronarias, se cree que su mayor efecto es disminuir la actividad neuro humoral del sistema nervioso simpático prolongada (Das, 2022)

Un artículo publicado en población de adultos de 18-70 años, del 2004 por el Colegio Americano de Cardiología, evalúa el valor terapéutico de iniciar con un beta bloqueador antes que un IECA en la insuficiencia cardiaca, se realizó un estudio prospectivo, aleatorizado que evalúa el inicio de la terapia con carvedilol antes o después de la terapia con perindopril en pacientes recién diagnosticados, los fármacos dichos se ajustaron a dosis máximas, se encontró que a los 12 meses el grupo que recibió carvedilol como tratamiento inicial alcanzó una dosis tolerable más alta de carvedilol y una dosis menor de furosemida, con mejoría de síntomas y mejoría de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (Sliwa et al., 2004)

En niños, el uso de carvedilol, según una revisión sistemática de Cochrane publicada en 2009, en los estudios incluidos no se informaron de eventos adversos significativos con el uso de beta bloqueadores en niños, determinaron no hay suficiente evidencia para apoyar o desalentar el uso de beta bloqueadores en niños con insuficiencia cardiaca, o para proponer un esquema de dosificación pediátrica, sin embargo, se sugiere que los niños pudieran beneficiarse del tratamiento, sin embargo, se requieren mayores investigaciones farmacocinéticas para proporcionar una dosificación eficaz (Alabed et al., 2020)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La insuficiencia cardiaca en niños, generalmente se diagnostica en estadios avanzados o en estados de descompensación en donde el daño a nivel cardiaco no es reversible y el tratamiento se enfoca únicamente en control de los síntomas ya que no existe ningún tratamiento curativo, así mismo, cabe recalcar que dicho tratamiento, está basado en su mayoría en la evidencia en adultos según lo referido en guías internacionales.

Por otro lado, tampoco existe una guía o consenso establecido para el tratamiento de falla cardiaca exclusivamente en pacientes sometidos a terapia sustitutiva renal, tampoco un protocolo de estudio para prevención de la misma, si bien, sabemos que la enfermedad cardiovascular es una causa importante de morbilidad y mortalidad en estos pacientes, que por su patología pueden presentar remodelación ventricular izquierda hasta en un 75%, no está estandarizado el uso de ningún fármaco.

La evidencia, al momento, indica que los fármacos inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina o en segunda opción los antagonistas de receptores de aldosterona, son los únicos que pudieran resultar en beneficio de la función cardiaca y disminución del remodelamiento cardiaco generando remodelación

inversa, reducción de resistencia vascular sistémica y mejoría de la distensibilidad vascular (Das, 2022)

Por lo tanto, es indispensable conocer la función cardiaca en estos pacientes, siendo que no está estandarizada la valoración cardiaca, y solo se realiza generalmente ante datos clínicos de descompensación o como protocolo de trasplante renal es necesario saber si tienen datos de remodelamiento cardiaco o en su caso ya insuficiencia cardiaca, también, saber qué fármacos se están utilizando en estos pacientes, ya que si la evidencia refiere uso de inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina o antagonistas de receptores de aldosterona para la disminución de la remodelación cardiaca, estos deberían ser usados en todos los pacientes motivo de estudio a menos de que existiera contraindicación absoluta para su uso.

El presente estudio, pretende conocer qué medicamentos se están usando en estos pacientes con enfermedad renal crónica estadio V que se encuentran en hemodiálisis y saber cuál es la función cardiaca; se realizará la búsqueda de datos en el expediente clínico y se intentará determinar si los fármacos repercuten en su función cardiaca con los datos obtenidos en los ecocardiogramas o electrocardiogramas que son los métodos diagnósticos que nos reflejan cambios a nivel estructural cardiaco o funcional.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la función cardiaca en pacientes con ERC KDOQI V sometidos a hemodiálisis y en tratamiento farmacológico para la insuficiencia cardiaca en el Hospital Infantil de México Federico Gómez?

## **JUSTIFICACIÓN**

Desconocemos la función cardiaca de los pacientes con ERC KDOQI V sometidos a hemodiálisis y en tratamiento farmacológico para la insuficiencia cardiaca en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, sabemos que únicamente se realiza valoración ecocardiográfica a pacientes que serán sometidos a trasplante renal como protocolo o en su caso que presenten alguna descompensación hemodinámica no necesariamente secundaria a la insuficiencia cardiaca que requieran valoración por cardiología y realización de un ecocardiograma.

Por lo anterior, al conocer la función cardiaca en estos pacientes se podrá determinar la eficacia del tratamiento farmacológico si es que lo hay, porque también desconocemos qué medicamentos se están utilizando en estos pacientes y si repercuten de manera positiva o negativa a su función ventricular, al determinar lo anterior se podría normar un criterio terapéutico en estos pacientes o en su caso una propuesta de abordaje diagnóstico de manera temprana para prevención de insuficiencia cardiaca, escenario que se espera en estos pacientes por la evolución natural de la enfermedad.

## **HIPÓTESIS**

En todos los pacientes paciente con ERC KDOQI V sometidos a hemodiálisis, la función cardiaca estará disminuida.

El tratamiento farmacológico utilizado en pacientes con ERC KDOQI V para insuficiencia cardiaca revelará diferencia significativa en la función cardiaca de estos pacientes.

## **OBJETIVOS**

### **General:**

- Valoración de la función cardiaca de los pacientes con ERC KDOQI V sometidos a hemodiálisis y en tratamiento farmacológico para la insuficiencia cardiaca en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

### **Secundario:**

- Conocer si los medicamentos utilizados como tratamiento representan una diferencia significativa en la función cardiaca en estos pacientes.
- Generar recomendaciones a partir de los resultados de este estudio.

## **MÉTODO**

### **Diseño**

El presente trabajo es un estudio observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo, a partir de la revisión de datos pertenecientes al Hospital Infantil de México durante el periodo de diciembre de 2021 a diciembre de 2022.

### **Tipo de investigación**

- **Observacional:** según propósito del estudio.
- **Descriptivo:** según la información recolectada.
- **Transversal:** según el periodo de tiempo establecido.
- **Retrospectivo:** según la información ya establecida en los expedientes.

### **Población**

Pacientes de 0-17 años 11 meses, con ERC KDOQI V en hemodiálisis del Hospital Infantil de México Federico Gómez y que se encuentren en tratamiento farmacológico en un periodo de tiempo de diciembre 2021 a diciembre 2022.

#### Criterios de Inclusión:

- Pacientes de 0-17 años, 11 meses con diagnóstico de ERC KDOQI V sometidos a tratamiento de hemodiálisis en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.
- Pacientes que reciban tratamiento farmacológico para insuficiencia cardiaca.

#### Criterios de no inclusión:

- Falta de apego a tratamiento farmacológico.
- Falta de apego a tratamiento de hemodiálisis.
- Cardiopatía de base previamente diagnosticada.
- Cirugía cardiovascular previa.
- Enfermedad cardiaca de tipo infecciosa.
- Enfermedad autoinmune.

#### Criterios de eliminación:

- Abandono y/o mal apego al tratamiento farmacológico.
- Abandono y/o al tratamiento de hemodiálisis.
- Diagnóstico de cardiopatía previa no diagnosticada.
- Enfermedad cardiaca de tipo infecciosa.

## **PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Es un estudio observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo a partir de la revisión de datos pertenecientes al Hospital Infantil de México Federico Gómez durante el periodo de diciembre de 2021 a diciembre de 2022.

La recolección de información se realizó a partir de los expedientes de pacientes con el diagnóstico referido, así como los resultados de los ecocardiogramas, electrocardiogramas y resultados de laboratorio.

El análisis de datos se realizó a través del software Stata que permite la gestión de datos y trazado de gráficos que representan los resultados obtenidos. Se obtuvieron medidas de tendencia central y dispersión de las variables en escala continua, mientras que las variables categóricas se calcularon en frecuencias relativas.

## VARIABLES DE ESTUDIO

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>FÁRMACO</b>	Independiente cualitativa	Sustancia que sirve para curar o prevenir una enfermedad.	Datos obtenidos en el expediente clínico	Tiempo utilizado
<b>FUNCIÓN VENTRICULAR</b>	Dependiente cuantitativa	Interacción simultánea de la contractilidad con la pre y poscarga y se cuantifica mediante la fracción de expulsión del ventrículo.	Ecocardiografía modo M o bidimensional.	FEVI
<b>ELECTROCARDIOGRAMA</b>	Dependiente cuantitativa	Gráfico en el que se registran los movimientos del corazón y es obtenido por un electrocardiógrafo.	Datos obtenidos en el expediente clínico.	Valores estandarizados para FC, Eje, Onda P, Intervalo PR, QRS, Onda Q, Onda R, Onda S, QT, QTc, ST.
<b>ELECTROLITOS SÉRICOS</b>	Dependiente cuantitativa	Minerales presentes en la sangre y otros líquidos corporales que llevan una carga eléctrica.	Datos obtenidos en el expediente clínico.	Valores estandarizados en pediatría en mEq/dl / mg/dl

<b>EDAD</b>	Control cualitativa continua	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Datos obtenidos en el expediente clínico.	Años-meses.
<b>SEXO</b>	Control cualitativa dicotómica	Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres.	Datos obtenidos en el expediente clínico.	Masculino o femenino.
<b>PESO</b>	Control cualitativa continua	Medida de la masa corporal.	Datos obtenidos en el expediente clínico,	Kilogramos.

## RESULTADOS DE ESTUDIO

El presente trabajo es un estudio observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo, a partir de la revisión de datos pertenecientes al Hospital Infantil de México durante el periodo de diciembre de 2021 a diciembre de 2022 de los pacientes con ERC KDOQI V en terapia sustitutiva renal en el servicio de Nefrología de nuestro hospital, con un total de 17 pacientes, de los cuales fueron 12 femeninos y 5 masculinos, con peso en kilogramos el cual se encontró entre 16.5 kilogramos y 51.9 kilogramos.

La edad motivo de este estudio se encuentra entre 0 años – 17 años 11 meses, la encontrada en estos pacientes, se reportó entre 9 años 5 meses y 18 años 9 meses, con media de 15 años 8 meses; se decidió incluir a dos pacientes mayores de 18 años hasta la fecha de estudio, ya que los estudios incluidos reportados los cuales son ecocardiograma y electrocardiograma fueron realizados en la edad que compete este estudio.

Así mismo, al momento de la fecha límite de estudio que fue el 31 de diciembre de 2022, de los 17 pacientes se encontraban en terapia sustitutiva renal, 9 de ellos

fueron trasplantados y/o pero presentaron algún rechazo o complicación del mismo, los cuales no son motivo de este estudio esclarecer, sin embargo les condicionaba continuar con terapia sustitutiva renal, por lo que se incluyeron a todos los pacientes a pesar de haber sido trasplantados, ya que los estudios complementarios ecocardiograma y electrocardiograma se realizaron antes del trasplante renal, permitiéndonos estudiar su función cardíaca previa al mismo.

Se recolectaron los datos de los fármacos utilizados desde el diagnóstico de su enfermedad renal hasta la fecha de estudio establecida en este trabajo, se reportan todos los fármacos con involucro en el sistema cardiovascular, no necesariamente los expuestos en las guías o estudios de la insuficiencia cardíaca en niños, ya que se busca observar si algún fármaco de los utilizados en nuestro Hospital tiene efecto en la función cardíaca.

Se encontró el uso de 11 fármacos diferentes en nuestros pacientes los cuales son: losartan, enalapril, captopril, amlodipino, verapamilo, hidroclorotiazida, furosemide, nitropusiato, hidralazina, prazocina, metoprolol, de los cuales se expresa el porcentaje de uso de dichos fármacos en los 17 pacientes (ver anexo, Figura 1) Cabe recalcar, no fue motivo de estudio establecer la causa o el motivo de inicio de éstos fármacos, únicamente se determinó si se utilizaban o no y por cuánto tiempo.

Los resultados expresan que el fármaco que más se utilizó fue un calcio antagonista, verapamilo, de los 17 pacientes estudiados, 76.5% lo utilizaron con intervalo de uso de tiempo de 376 días y 2539 días, con media de uso de 845 días (ver anexo, gráfico 2,3) El otro calcio antagonista utilizado fue amlodipino, se usó en 4 pacientes que representa 23.5% con intervalo de uso de tiempo de 207 días y 542 días, con media de uso de 81 días (ver anexo, gráfico 4,5)

En el grupo farmacológico de los antagonistas de receptores de angiotensina II, solo se usó losartán en 8 pacientes, representa el 47.06%, con intervalo de uso de

tiempo de 925 días y 1354 días, con media de uso de 366 días (ver anexo, gráfico 6,7)

Dentro de los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina: enalapril se usó en 8 pacientes, 47.06%, con intervalo de uso de tiempo de 180 días y 1765 días, con media de uso de 259 días (ver anexo, gráfico 8,9) y captopril se usó en 2 pacientes, representa el 11.76% con intervalo de uso de tiempo de 628 días y 773 días, con media de uso de 240 días (ver anexo, gráfico 10,11)

Los diuréticos: hidroclorotiazida se usó en 1 paciente, siendo el 5.88%, por 237 días (ver anexo, gráfico 12,13) y la furosemide se reportó su uso en 6 pacientes con intervalo de 4 días y 836 días, con media de uso de 100 días (ver anexo, gráfico 14,15)

En cuanto a los vasodilatadores, la hidralazina se usó en 9 pacientes, que representa 52.94%, con intervalo de uso de tiempo de 3 días y 2573 días, con media de uso de 348 días (ver anexo, gráfico 16,17), nitroprusiato de sodio se usó en 1 paciente, que es el 5.88%, durante un día como infusión continua (ver anexo, gráfico 18,19), prazocina se usó en 11 pacientes, en un 64.71%, siendo el segundo fármaco más utilizado con intervalo de uso de tiempo de 237 días y 1984 días, con media de uso de 434 días (ver anexo, gráfico 20, 21)

Dentro de los beta bloqueadores, el metoprolol fue el único utilizado, solo reportado en un paciente que es el 5.88% del total, únicamente por 62 días (ver anexo, gráfico 22, 23)

Se reportaron los electrolitos séricos de diciembre 2022 en los 17 pacientes estudiados, con media de sodio en 138meq/L, potasio media de 4.9 meq/L, calcio 8.7 mg/dl y fósforo en 5.5 mg/dl, no hubo valores fuera de lo normal para la edad, por lo que no se consideraron influyeran en los resultados de este estudio.

Se buscó si los 17 pacientes ya contaban con ecocardiograma obteniendo que 100% de los pacientes ya contaban con uno, de los cuales, en su mayoría, 15 ecocardiogramas reportan hipertrofia concéntrica de ventrículo izquierdo, representando un 88.24% de los pacientes (ver anexo, gráfico 24) con una masa indexada al ventrículo que va entre los 46.7 gramos a los 152 gramos, sin embargo, en casi todos los ecocardiogramas la fracción de eyección de ventrículo izquierdo está conservada en su mayoría se reporta FEVI del 50-72% a pesar de reportar masa indexada y remodelación ventricular, en donde solo un paciente presenta FEVI de 50%, el resto se encuentra por arriba de 55% (ver anexo, gráfico 25)

Por último el estudio electrocardiográfico en estos pacientes, se encontró en el expediente clínico, solo en 14 pacientes, de los cuales solo 5 reportan datos de hipertrofia ventricular siendo el 64.29% (ver anexo, gráfico 26), expresados como incremento en el voltaje de R en V6 y/o S en V1.

## **DISCUSIÓN**

En los objetivos de este estudio se tenía como general valorar la función cardiaca en los pacientes con ERC KDOQI V sometidos a hemodiálisis en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, como resultado, todos los pacientes contaban con un ecocardiograma, el cual cabe recalcar, en su mayoría es realizada por valoración solicitada como protocolo de trasplante ya que en nuestro Hospital, todos los pacientes con enfermedad renal crónica entran a protocolo de trasplante y las valoraciones cardiacas son solicitadas eventualmente.

Como punto importante a esclarecer en los resultados obtenidos de ecocardiogramas, se desconoce si estos se realizaron pre hemodiálisis o posthemodiálisis, ya que los cambios hemodinámicos a los que se somete el paciente durante la terapia sustitutiva renal, reflejan cambios ecocardiográficos como lo son disminución significativa en el diámetro telesistólico, telediastólico del ventrículo izquierdo y del índice de masa del ventrículo izquierdo posterior a la hemodiálisis

(Rakha et al., 2020) y los resultados obtenidos en este estudio pudieran cambiar si estos se obtuvieron pre y post hemodiálisis.

Es de suma importancia aclarar que el 88% de nuestros pacientes, reportaron en el ecocardiograma cambios referidos como hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo, sin embargo, solo un paciente se encuentra con FEVI del 50%, cayendo estrictamente en la definición de insuficiencia cardiaca por fracción de eyección de ventrículo izquierdo menor a 55%; en el resto de los pacientes se encuentra conservada, lo cual concuerda con lo reportado en la bibliografía en donde se revela que la hipertrofia ventricular izquierda es uno de los hallazgos más comunes en pacien con ERC hasta un 75% (Kovářová et al., 2021)

Como objetivo secundario se quería conocer si los medicamentos utilizados como tratamiento representan una diferencia significativa en la función cardiaca en estos pacientes, sin embargo, los resultados difícilmente nos dejaron establecer si la fracción de eyección se ve comprometida por los fármacos utilizados, ya que en primera instancia, nuestros pacientes estrictamente no tienen insuficiencia cardiaca establecida por FEVI, por lo tanto tampoco tienen un tratamiento, sin embargo, sí deberían tener seguimiento y tratamiento para la remodelación cardiaca que pudiera condicionarles insuficiencia cardiaca con FEVI <55%.

Por lo tanto, lo que llama la atención en este estudio es que a pesar de que los pacientes ya tienen remodelación cardiaca, no reciben tratamiento y tampoco un seguimiento de la remodelación, por lo que una de las recomendaciones siendo uno de nuestros objetivos a partir de los resultados, es que se debe tener protocolizados a estos pacientes con estudios de seguimiento cardiaco e iniciar tratamiento para así establecer en un futuro, qué tratamiento es el indicado en cada uno de ellos.

Ahora bien, los medicamentos utilizados en estos pacientes dirigidos al sistema cardiovascular, no tienen un esquema de tratamiento claro, si bien, no era motivo de este estudio determinar la causa de inicio de uso de estos medicamentos,

obtuvimos que el medicamento más utilizado es un calcio antagonista, en este caso verapamilo, nos refleja por lo tanto que definitivamente no está encaminado a prevenir el remodelamiento cardiaco, siendo que en la literatura, no figura como tratamiento para este problema.

Los medicamentos que se describen tienen relevancia en la prevención y regresión de remodelamiento cardiaco son en primera instancia los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, en segunda, los antagonistas de receptores de aldosterona, para así bloquear el ya explicado eje del sistema renina angiotensina aldosterona, y desgraciadamente se encontró su uso de losartán solo en 8 pacientes, enalapril en 8 pacientes y captopril en 2 pacientes.

Otro grupo farmacológico que tiene efecto importante ya descrito a nivel cardiovascular son los beta bloqueadores, los cuales, se describe, disminuyen la frecuencia cardiaca, mejorando el llenado diastólico del ventrículo izquierdo, aumentan el gasto cardiaco y previenen arritmias (Das, 2022), los cuales en adultos, se tiene evidencia de mejora de fracción de eyección del ventrículo izquierdo con el uso de carvedilol, sin embargo, en niños, aún no se cuenta con suficiencia evidencia para apoyar su uso, tampoco para desalentarlo, ya que sí pudieran beneficiarse de su uso, esto expresado según una revisión sistemática de Cochrane (Alabed et al., 2020) sin embargo, el uso de beta bloqueadores tampoco figura en estos pacientes, solo se usó metoprolol en uno de ellos.

Por último, dentro de los datos recolectados que fueron ecocardiograma y electrocardiograma, la evidencia reflejada entre la discrepancia de resultados entre un ecocardiograma y un electrocardiograma que reflejan hipertrofia de ventrículo izquierdo, al parecer concuerda con los resultados obtenidos (Bombelli et al., 2023), los cambios expresados en el ecocardiograma se revelan en 15 de los 17 pacientes y los cambios en el electrocardiograma solo se reflejaron en 5 pacientes de los 14 electrocardiogramas estudiados, expresando que el ecocardiograma es el único que

nos revela cambios ventriculares, por lo que se debe realizar sin excepción en todos los pacientes.

## **CONCLUSIONES**

La función cardiaca en los 17 pacientes estudiados con ERC KDOQI V sometidos a hemodiálisis no está disminuida en todos, y no entran en diagnóstico estricto de insuficiencia cardiaca, sin embargo, en un 88% de los pacientes se reporta que sí tienen remodelación concéntrica de ventrículo izquierdo y no reciben tratamiento para ello y tampoco están protocolizados para un seguimiento.

Todos los pacientes ya contaban con un ecocardiograma al momento del estudio, sin embargo, son solicitados en su mayoría, como protocolo de trasplante renal, mas no como protocolo de estudio de insuficiencia cardiaca.

Le hemodiálisis como tal, procedimiento al que estos pacientes son sometidos, es un factor que cambia los resultados ecocardiográficos, se desconoce si en nuestros pacientes se realizaron los estudios pre o post hemodiálisis y esto pudiera reflejarse y/ o cambiar los resultados de este estudio.

Los medicamentos utilizados en estos pacientes, no tienen un esquema de tratamiento claro, tampoco un tiempo de tratamiento estándar, ya que no se utilizan como tratamiento de insuficiencia cardiaca, se utilizan como tratamiento de otras comorbilidades relacionadas en estos pacientes, lo cual no fue motivo de este estudio esclarecer, sin embargo, al ser fármacos de sistema cardiovascular, se consideraron, por consiguiente no se puede establecer si existe repercusión con el uso de los fármacos en la función cardiaca.

El medicamento más utilizado es un calcio antagonista (verapamilo) el cual no figura como tratamiento para insuficiencia cardiaca ni para prevención de remodelamiento ventricular, por lo que se hace hincapié en que se deben vigilar los

medicamentos utilizados en estos pacientes e intentar establecer un tratamiento temprano con fin de evitar el escenario de la insuficiencia cardiaca.

Siendo que la mayoría de los pacientes, presenta hipertrofia concéntrica de ventriculo izquierdo, aunque la fracción de eyección del ventrículo izquierdo no esté disminuida, debería considerarse como uso estándar en estos pacientes los inhibidores de la enzima convertira de angotensina o en su caso antagonistas de los receptores de aldosterona a pesar de ser estos agentes considerados nefrotoxicos siendo el escenario de un paciente que recibe hemodiálisis y que se encuentra en protocolo de trasplante renal, se debe preservar su función cardiaca.

Se debe considerar en estos pacientes para la prevención de remodelamiento cardiaco el uso de fármacos que tienen evidencia para esta afección, sin embargo, se deberán estudiar otro grupo de fármacos como lo son los betabloqueadores para su uso en esta patología, lo cual requerirá iniciar el estudio de estos pacientes y su seguimiento a largo plazo.

Existe discrepancia ente los resultados del ecocardiograma y electrocardiograma en estos pacientes, los cambios expresados en el ecocardiograma se revelan en 15 de los 17 pacientes y los cambios en el electrocardiograma solo se reflajaron en 5 pacientes de los 14 electrocardiogramas estudiados, por lo que el estudio estándar en estos pacientes deberá ser el ecocardiograma.

Este estudio piloto demuestra la importancia protocolizar cualquier paciente con enfermedad renal crónica que vaya a iniciar hemodialisis desde su diganóstico, ya que tiene alto riesgo de tener remodelamiento cardiaco y por consiguiente insuficiencia cardiaca que pudiera ser prevenida con tratamiento farmacológico específico.

Si los pacientes en protocolo de trasplante renal requieren valoración cardiaca que explique no contraindique dicho procedimiento, se podría tener mayor control y

seguimiento de la función cardiaca en estos pacientes desde el diagnóstico de la enfermedad renal crónica para evitar que por falla cardiaca en el peor de los casos no sean candidatos a trasplante renal.

La muestra estudio en este caso es de poca significancia estadística, sin embargo, concluye puntos a considerar así como probables puntos a desarrollar en futuras investigaciones.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	NOV 21	DIC 21	ENE 22	FEB 22	MAR 22	ABR 22	MAY 22	JUN 22	JUL 22	AGO 22	SEP 22	OCT 22	NOV 22	DIC 22	ENE 23	FEB 23	MAR 23	ABR 23	MAY 23	JUN 23
Búsqueda de bibliografía	X	X	X	X	X															
Elaboración de bases de datos						X	X	X	X	X										
Análisis estadístico											X	X	X	X						
Análisis de resultados															X	X				
Discusión y conclusiones																	X	X		
Elaboración final																			X	X

## REFERENCIAS

Abdel Jalil, M. H., Abdullah, N., Alsous, M. M., Saleh, M., & Abu-Hammour, K. (2020). A systematic review of population pharmacokinetic analyses of digoxin in the paediatric population. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 86(7), 1267–1280. <https://doi.org/10.1111/bcp.14272>

Alabed, S., Sabouni, A., Al Dakhoul, S., & Bdaiwi, Y. (2020). Beta-blockers for congestive heart failure in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(7). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007037.pub4>

- Badawy, A., Nigm, D., Ezzat, G., & Gamal, Y. (2020). Interleukin 18 as a new inflammatory mediator in left ventricular hypertrophy in children with end-stage renal disease. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*, 31(6), 1206–1216. <https://doi.org/10.4103/1319-2442.308329>
- Bombelli, M., Vanoli, J., Cuspidi, C., Dell’Oro, R., Facchetti, R., Mancina, G., & Grassi, G. (2023). Comparison of electrocardiographic versus echocardiographic detection of left ventricular mass changes over time and evaluation of new onset left ventricular hypertrophy. *Journal of Clinical Hypertension*. <https://doi.org/10.1111/jch.14631>
- Cassalett-bustillo, G. (2018). Falla cardíaca en pacientes pediátricos. Fisiopatología y manejo. Parte I. *Rev Colomb Cardiol*. 2018;25(4):286---294, 25(4), 286–294. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.02.003>
- Chávez-López, E. L., Alemán-Ortiz, O. F., Nando-Villicaña, C. C., & Rosas-Munive, E. (2015). Síndrome cardiorrenal: Nuevas perspectivas. *Revista Mexicana de Cardiología*, 26(1), 39–52.
- Das, B. B. (2022). Therapeutic Approaches in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction (HFpEF) in Children: Present and Future. *Pediatric Drugs*, 24(3), 235–246. <https://doi.org/10.1007/s40272-022-00508-z>
- Doyon, A., Haas, P., Erdem, S., Ranchin, B., Kassai, B., Mencarelli, F., Lugani, F., Harambat, J., Matteucci, M. C., Chinali, M., Habbig, S., Zaloszcyc, A., Testa, S., Vidal, E., Gimpel, C., Azukaitis, K., Kovacevic, A., Querfeld, U., & Schaefer, F. (2019). Impaired Systolic and Diastolic Left Ventricular Function in Children with Chronic Kidney Disease - Results from the 4C Study. *Scientific Reports*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46653-3>
- Kantor, P. F., Loughheed, J., Dancea, A., McGillion, M., Barbosa, N., Chan, C., Dillenburg, R., Atallah, J., Buchholz, H., Chant-Gambacort, C., Conway, J., Gardin, L., George, K., Greenway, S., Human, D. G., Jeewa, A., Price, J. F., Ross, R. D., Roche, S. L., ... Graham, M. (2013). Presentation, diagnosis, and medical management of heart failure in children: Canadian cardiovascular society guidelines. *Canadian Journal of Cardiology*, 29(12), 1535–1552. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2013.08.008>
- Kovářová, M., Žilinská, Z., Páleš, J., Kužmová, Z., Gažová, A., Smaha, J., Kužma, M., Jackuliak, P., Štvrtinová, V., Kyselovič, J., & Payer, J. (2021). 3D Echocardiography – A Useful Method for Cardiovascular Risk Assessment in End-Stage Renal Disease Patients. *Physiological Research*, 70, 109–120. <https://doi.org/10.33549/PHYSIOLRES.934782>

- Price, J. F., & Moffett, B. S. (2013). National Prescribing Trends for Heart Failure Medications in Children. *Journal of Cardiac Failure*, 19(8), S28. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2013.06.094>
- Rakha, S., Hafez, M., Bakr, A., & Hamdy, N. (2020). Changes of cardiac functions after hemodialysis session in pediatric patients with end-stage renal disease: conventional echocardiography and two-dimensional speckle tracking study. *Pediatric Nephrology*, 35(5), 861–870. <https://doi.org/10.1007/s00467-019-04460-y>
- Roche, S. L., Timberlake, K., Manlihot, C., Balasingam, M., Wilson, J., George, K., Mccrindle, B. W., & Kantor, P. F. (2016). Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitor Initiation and Dose Uptitration in Children With Cardiovascular Disease: A Retrospective Review of Standard Clinical Practice and a Prospective Randomized Clinical Trial. *Journal of the American Heart Association*, 5(5). <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.003230>
- Sliwa, K., Norton, G. R., Kone, N., Candy, G., Kachope, J., Woodiwiss, A. J., Libhaber, C., Sareli, P., & Essop, R. (2004). Impact of initiating carvedilol before angiotensin-converting enzyme inhibitor therapy on cardiac function in newly diagnosed heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 44(9), 1825–1830. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.05.087>

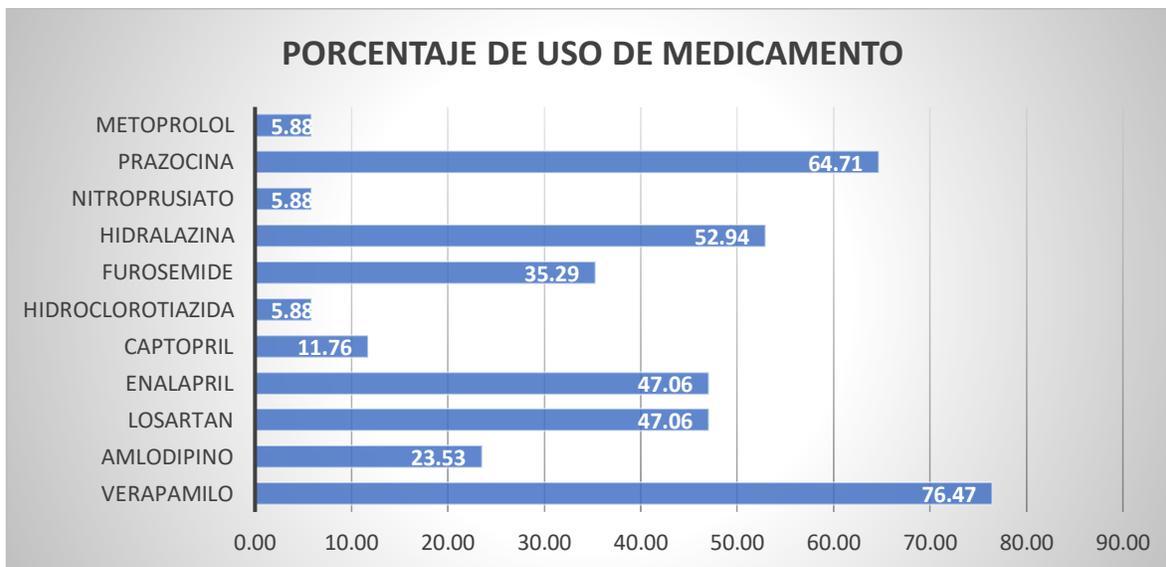
## **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Frecuencia de hemodiálisis: Desconocemos si la frecuencia en las sesiones de hemodiálisis influye en la función cardíaca de estos pacientes y en los resultados obtenidos en estudios diagnósticos.

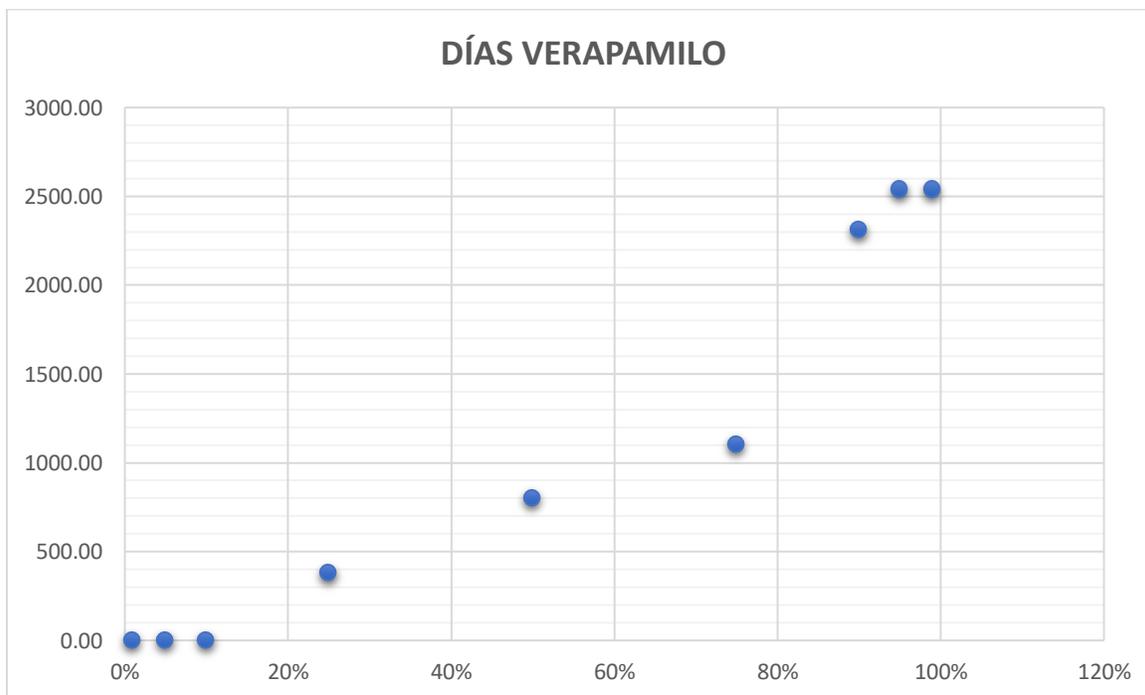
Muestra insuficiente para significancia estadística.

# ANEXOS

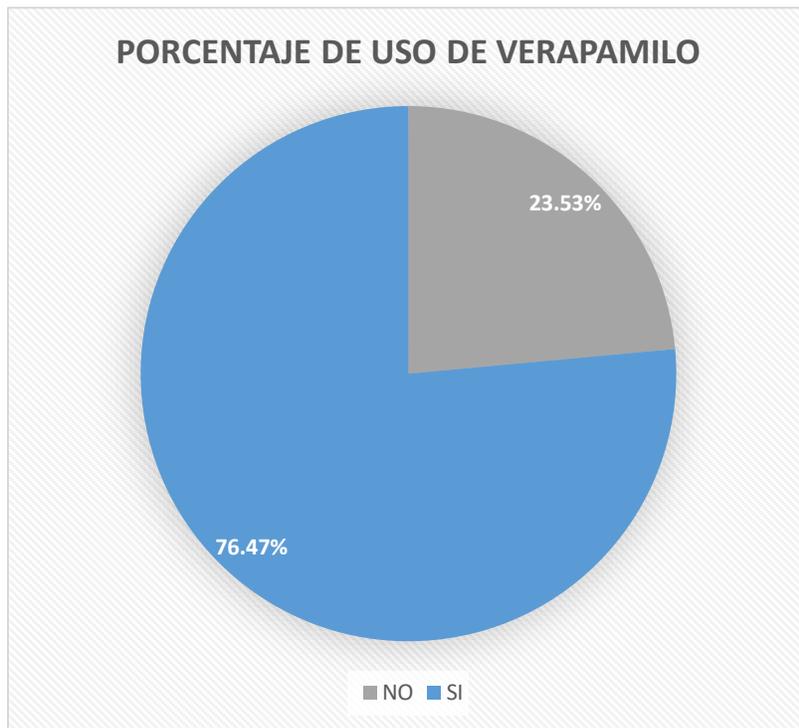
## GRÁFICO 1



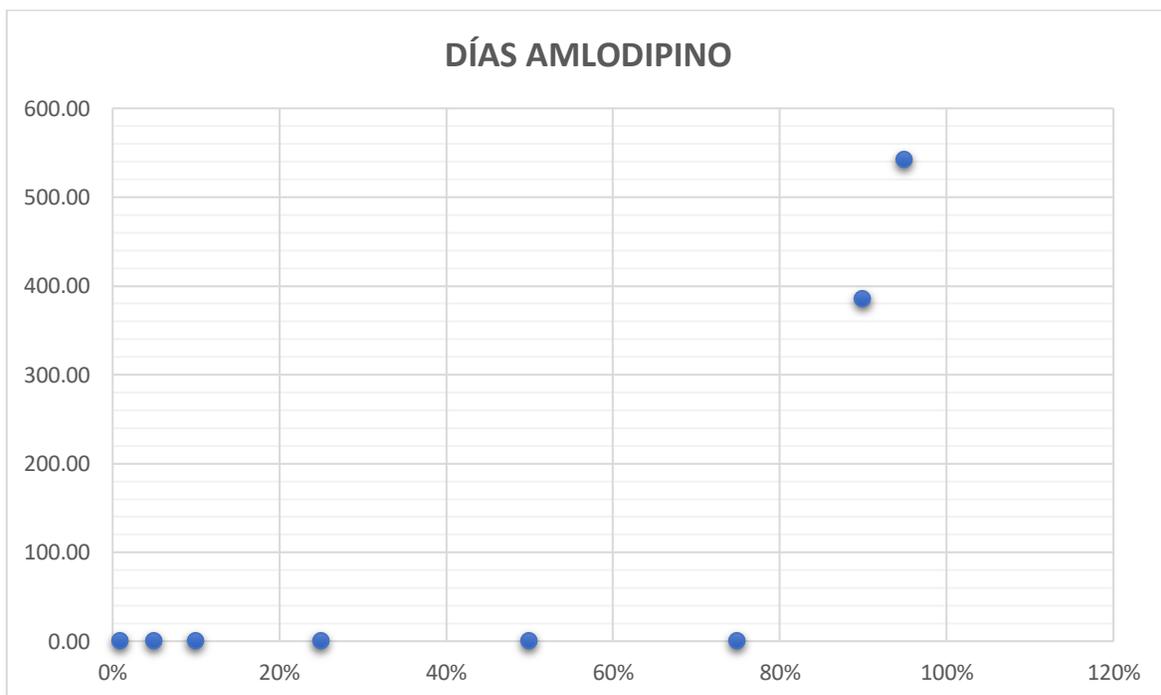
## GRÁFICO 2



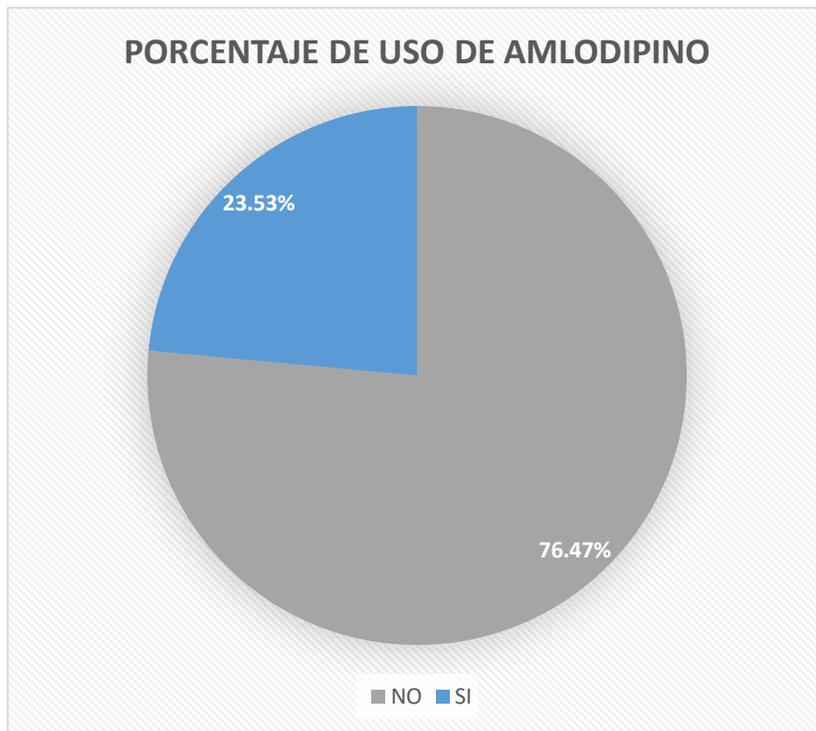
**GRÁFICO 3**



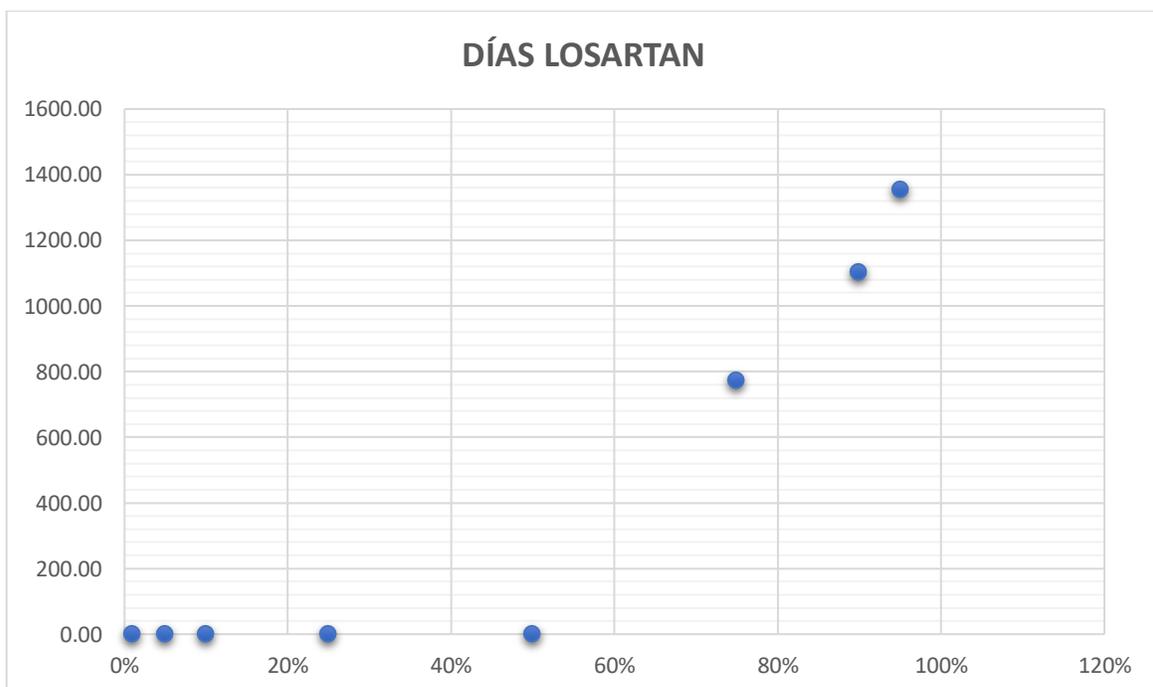
**GRÁFICO 4**



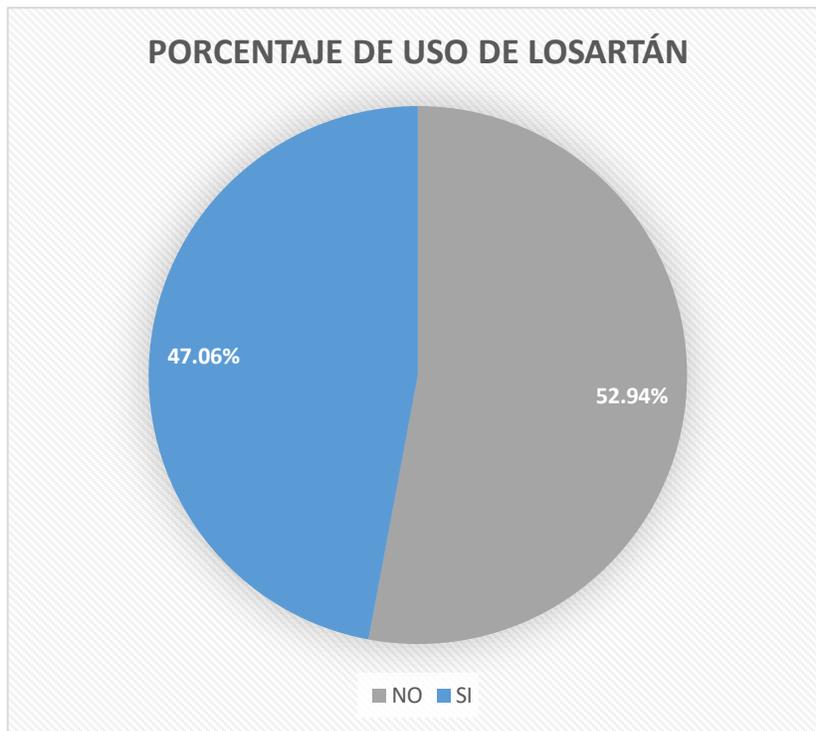
**GRÁFICO 5**



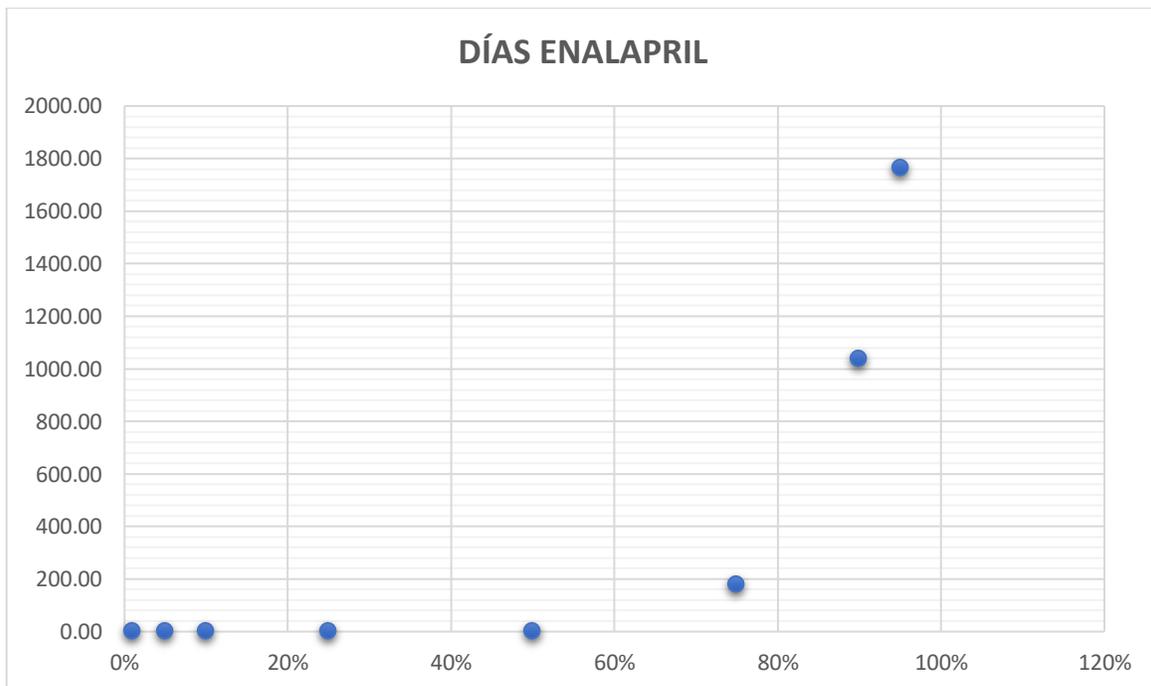
**GRÁFICO 6**



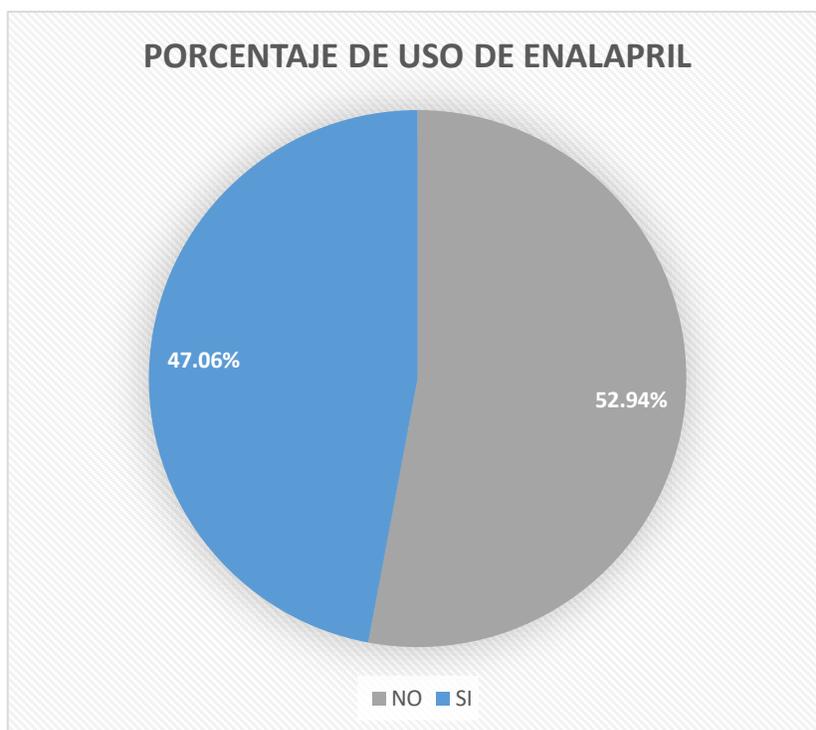
**GRÁFICO 7**



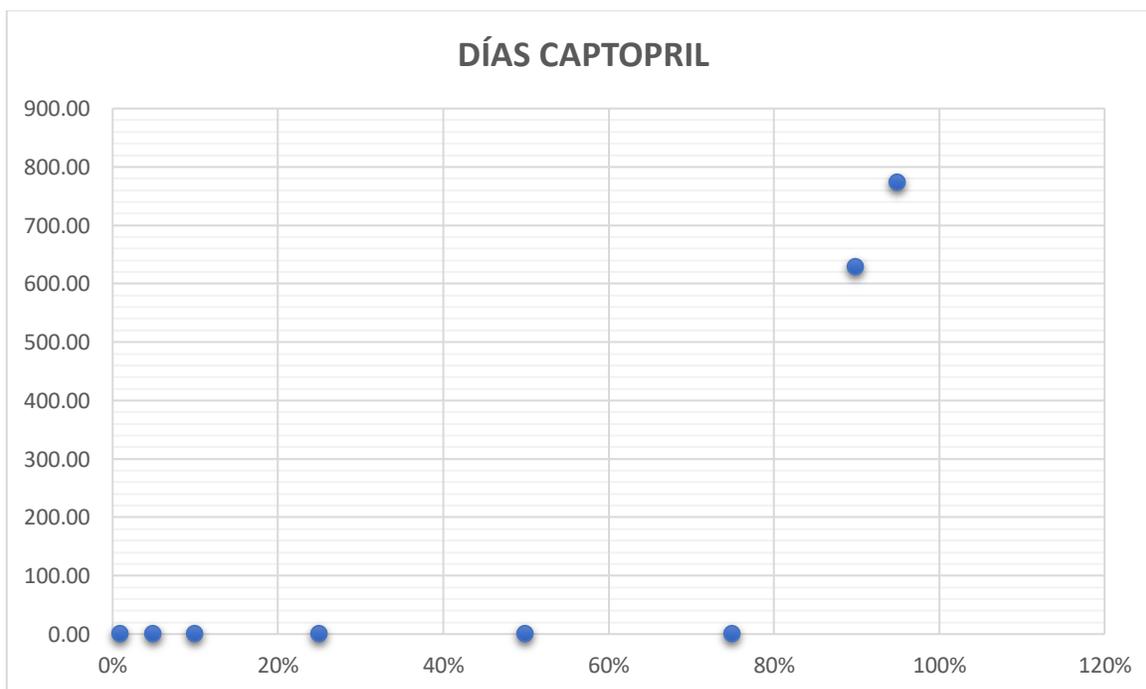
**GRÁFICO 8**



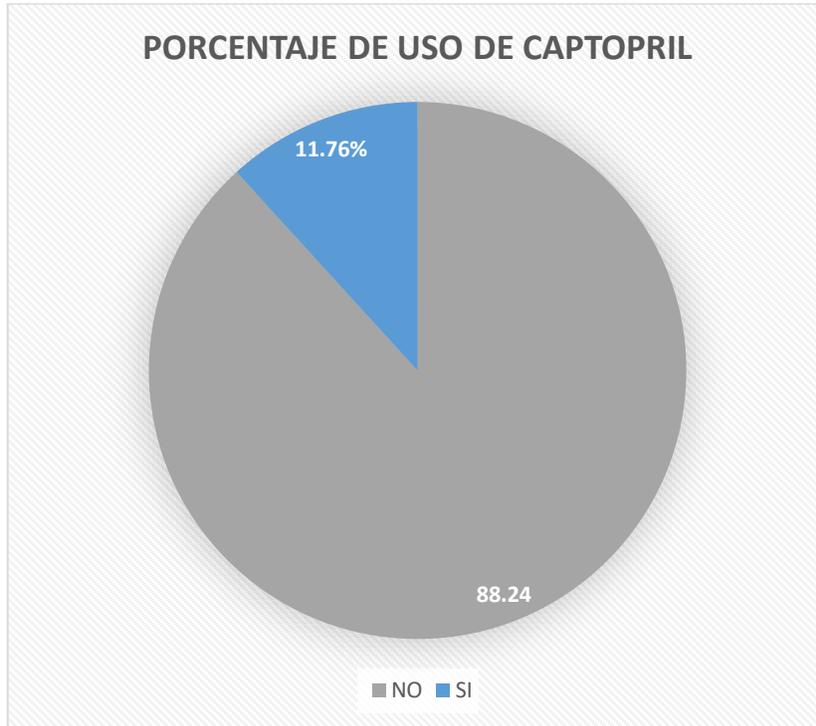
**GRÁFICO 9**



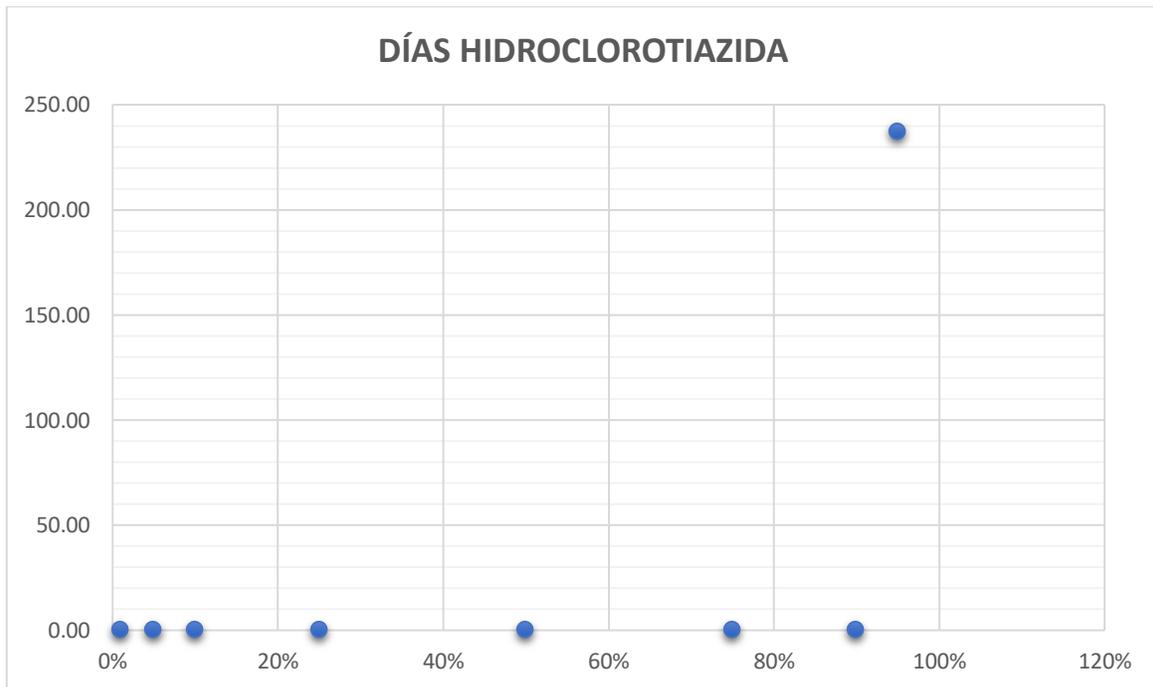
**GRÁFICO 10**



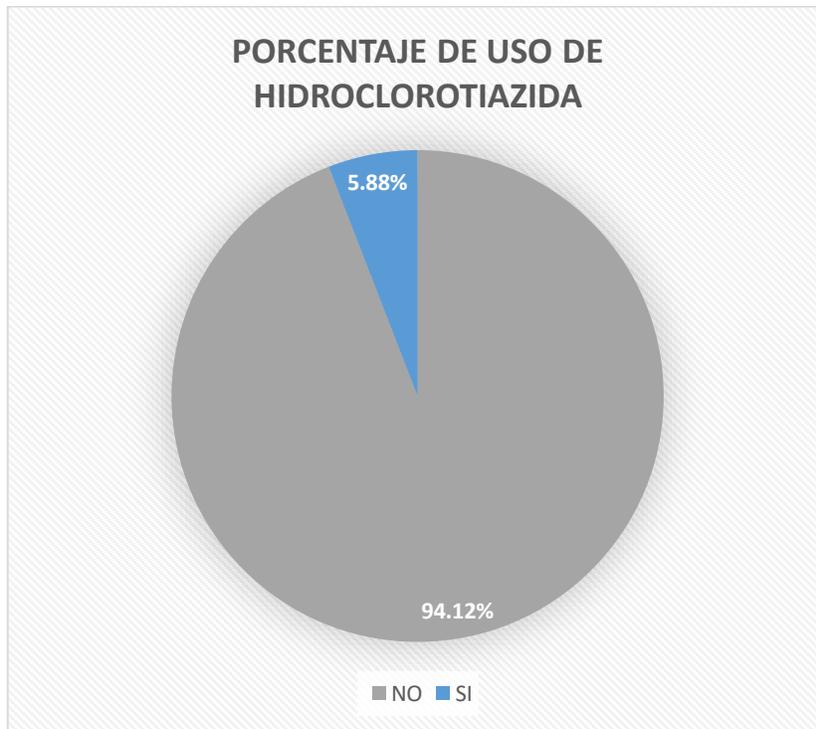
**GRÁFICO 11**



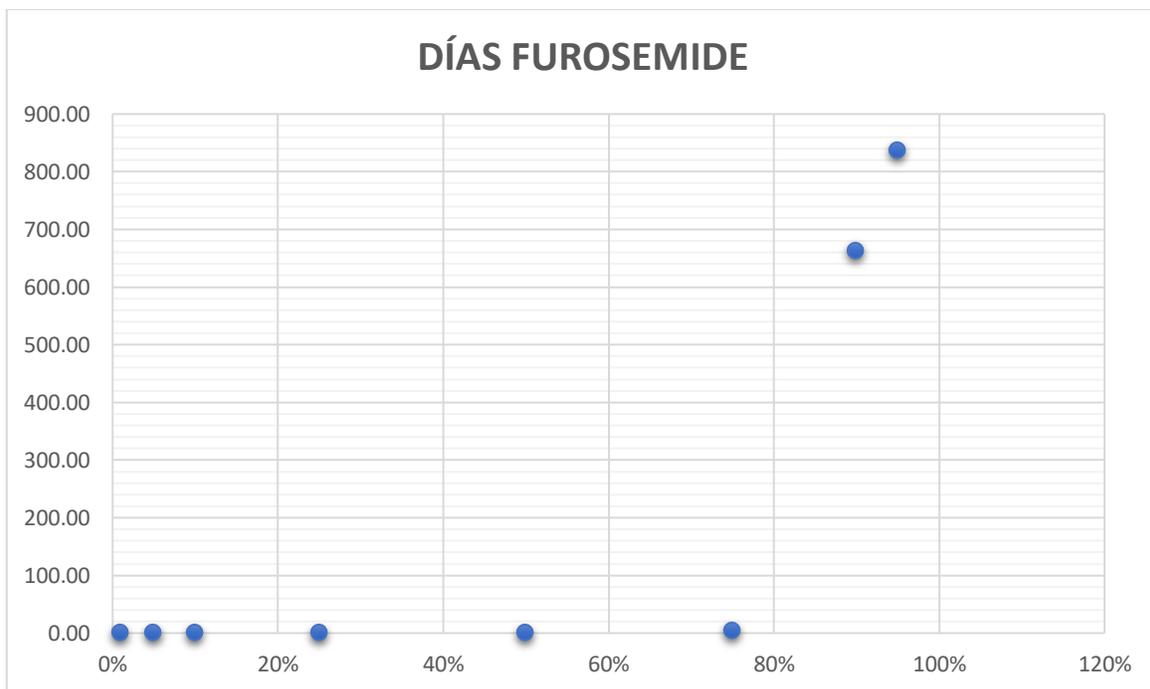
**GRÁFICO 12**



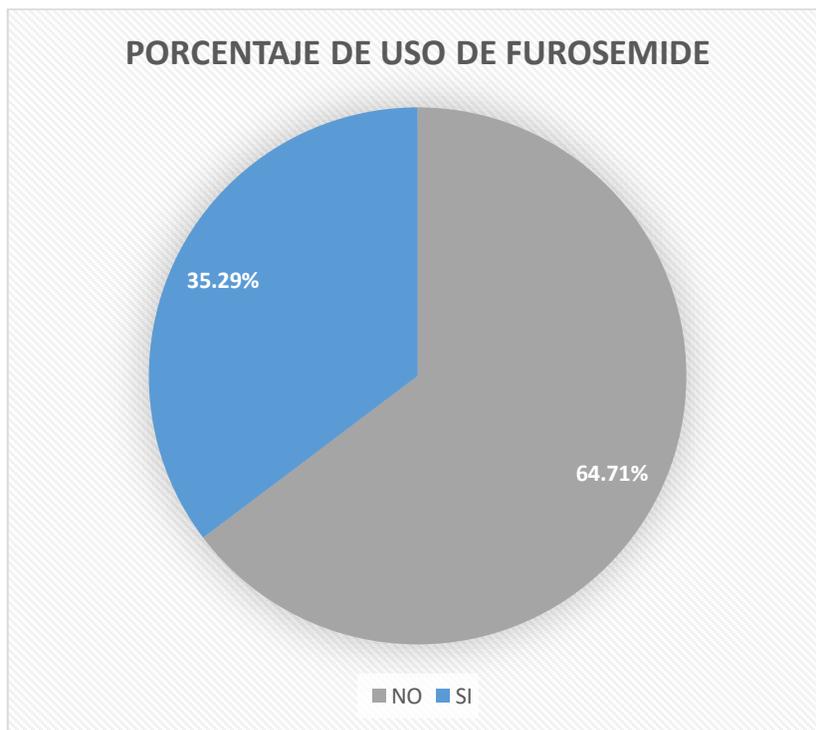
**GRÁFICO 13**



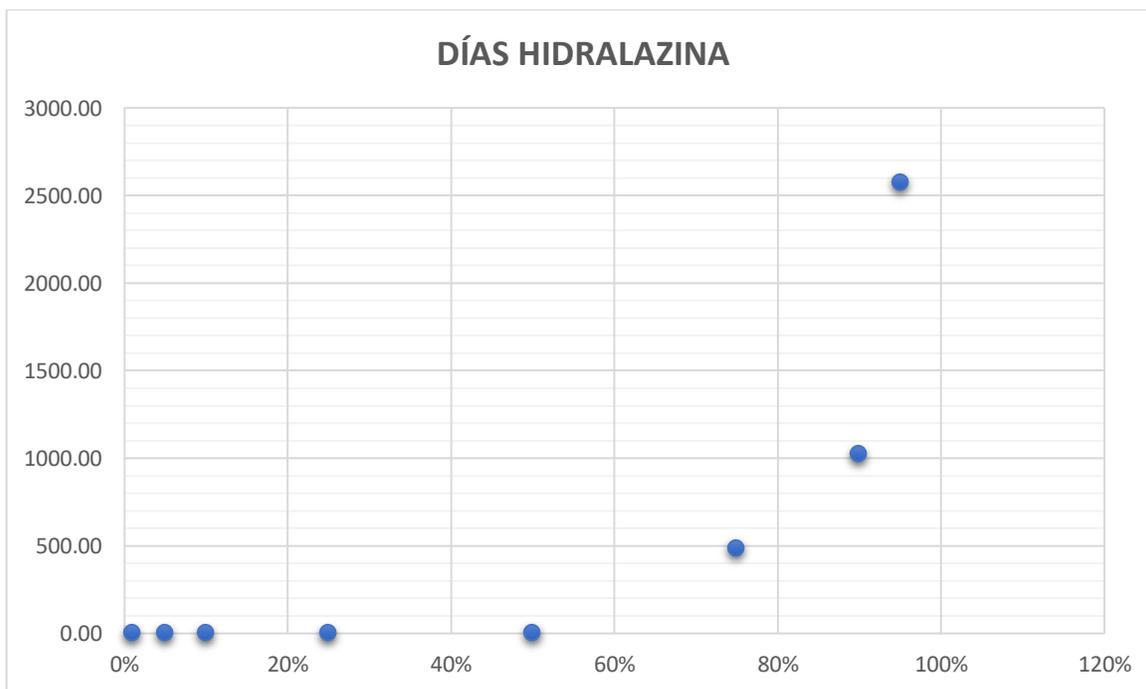
**GRÁFICO 14**



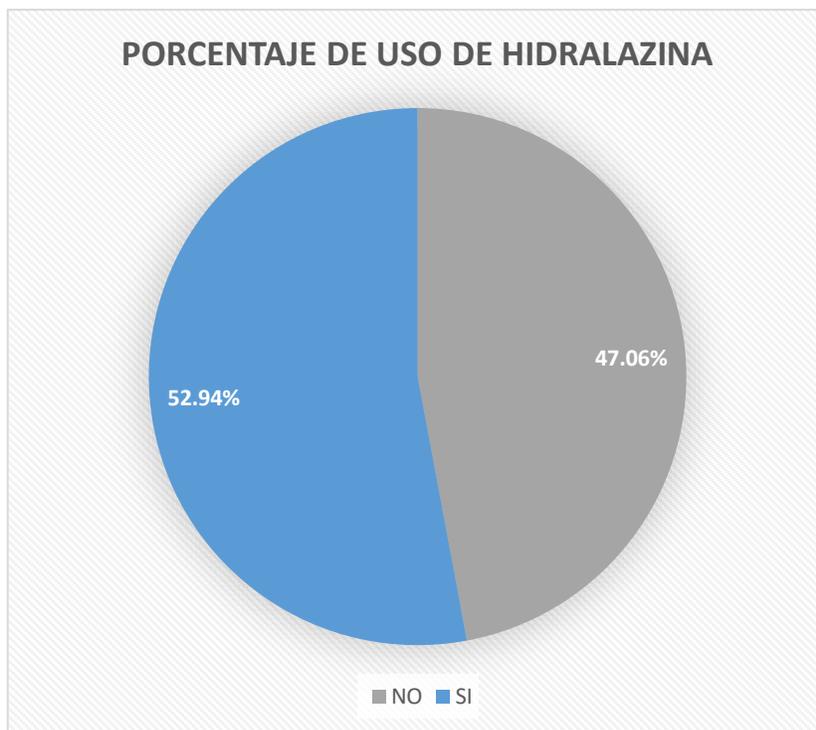
**GRÁFICO 15**



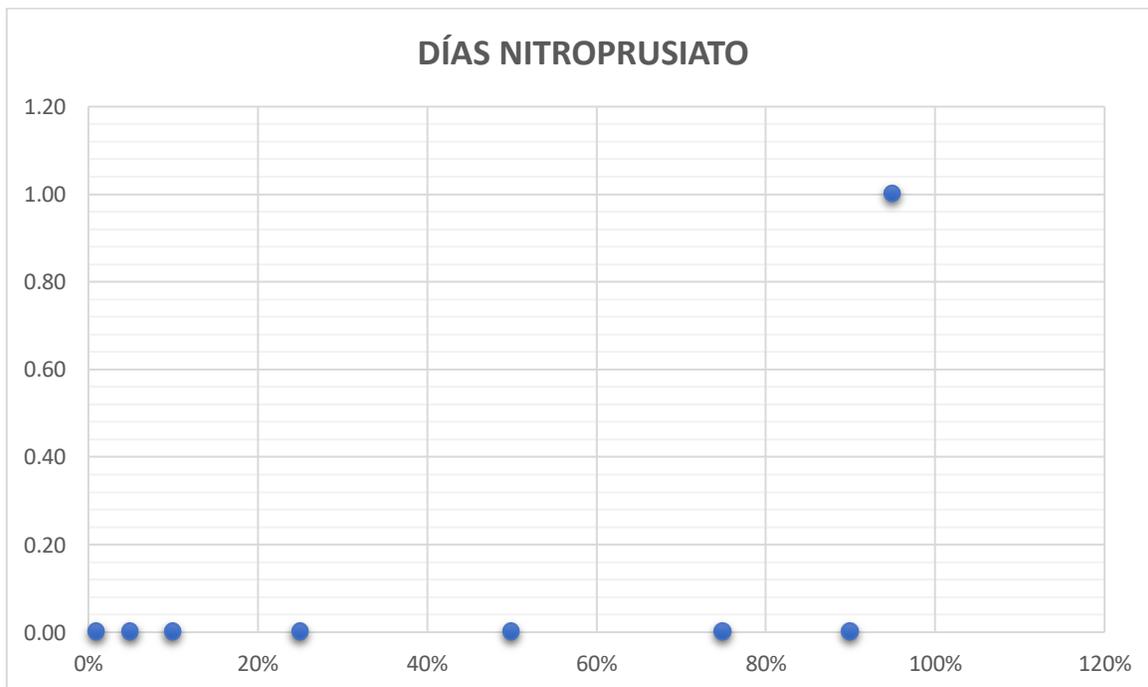
**GRÁFICO 16**



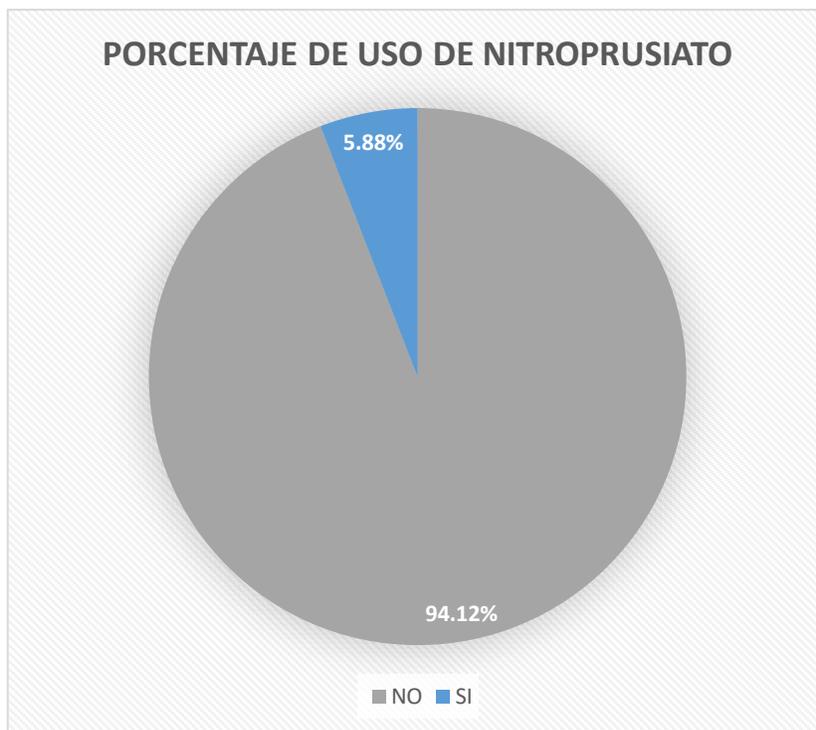
**GRÁFICO 17**



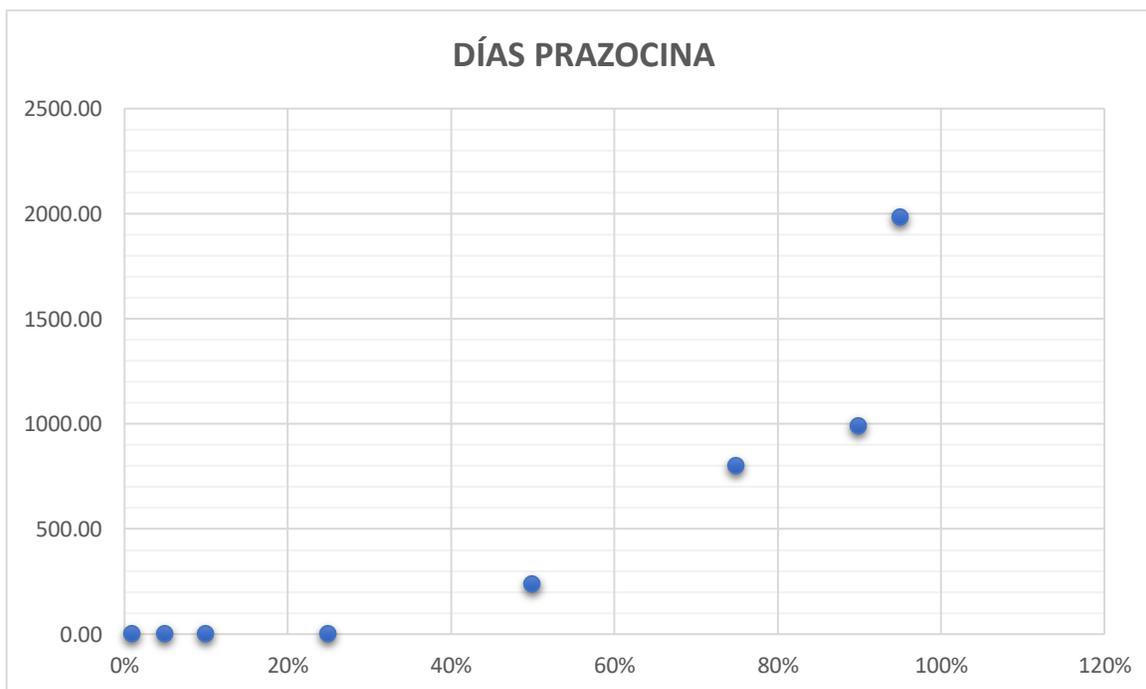
**GRÁFICO 18**



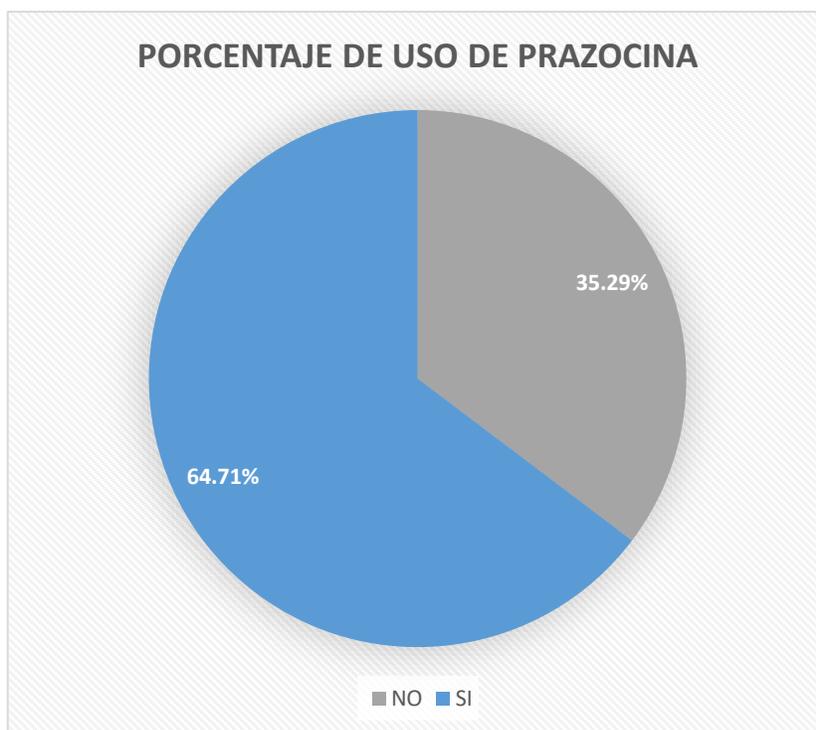
**GRÁFICO 19**



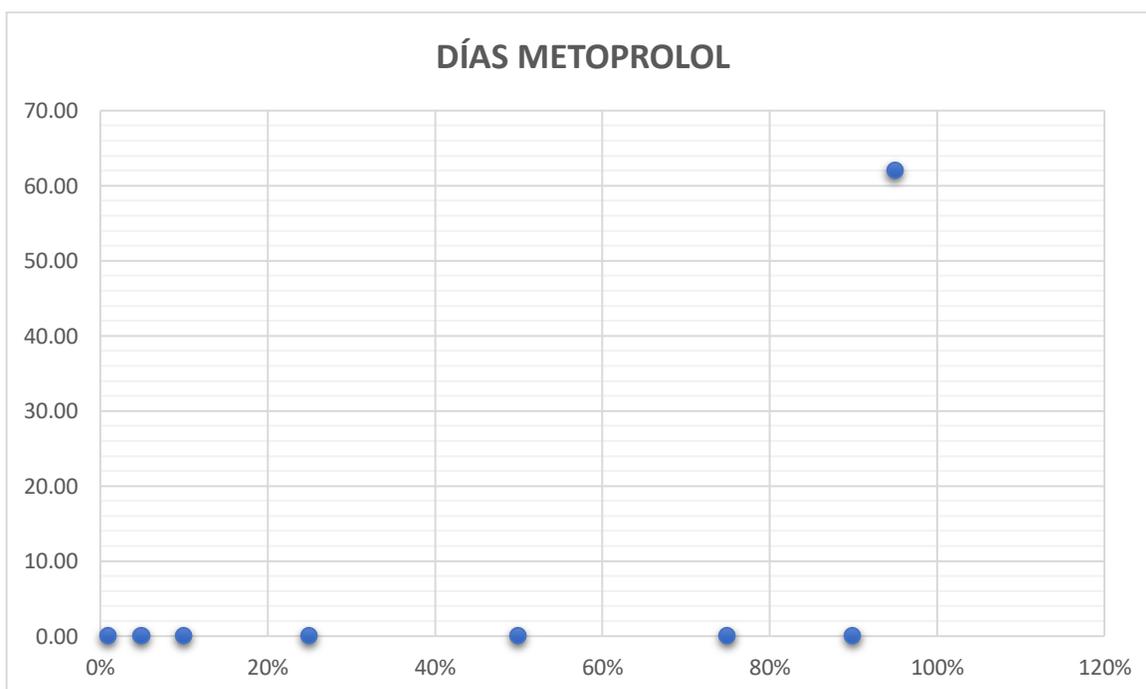
**GRÁFICO 20**



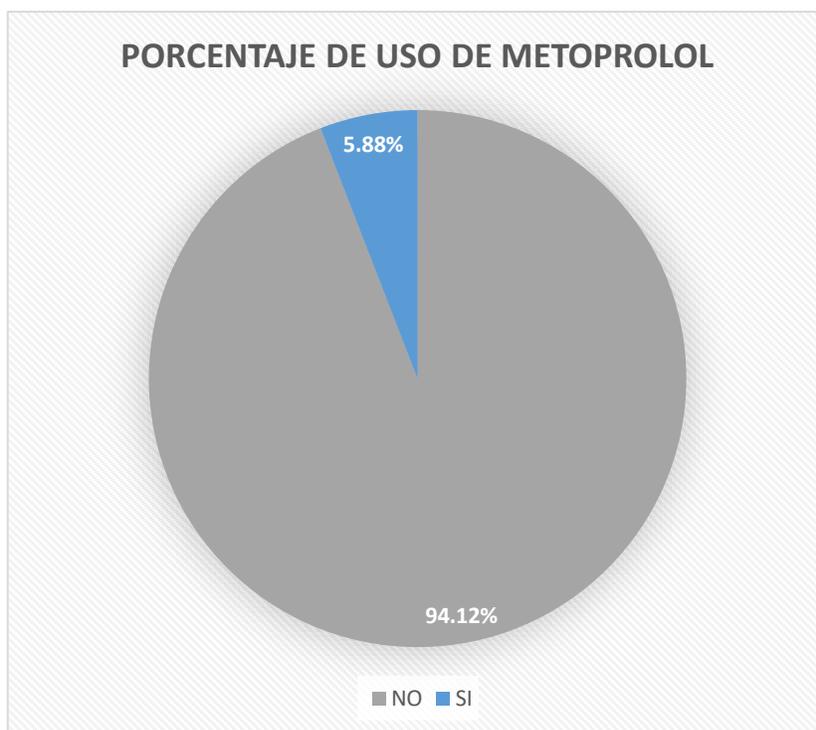
**GRÁFICO 21**



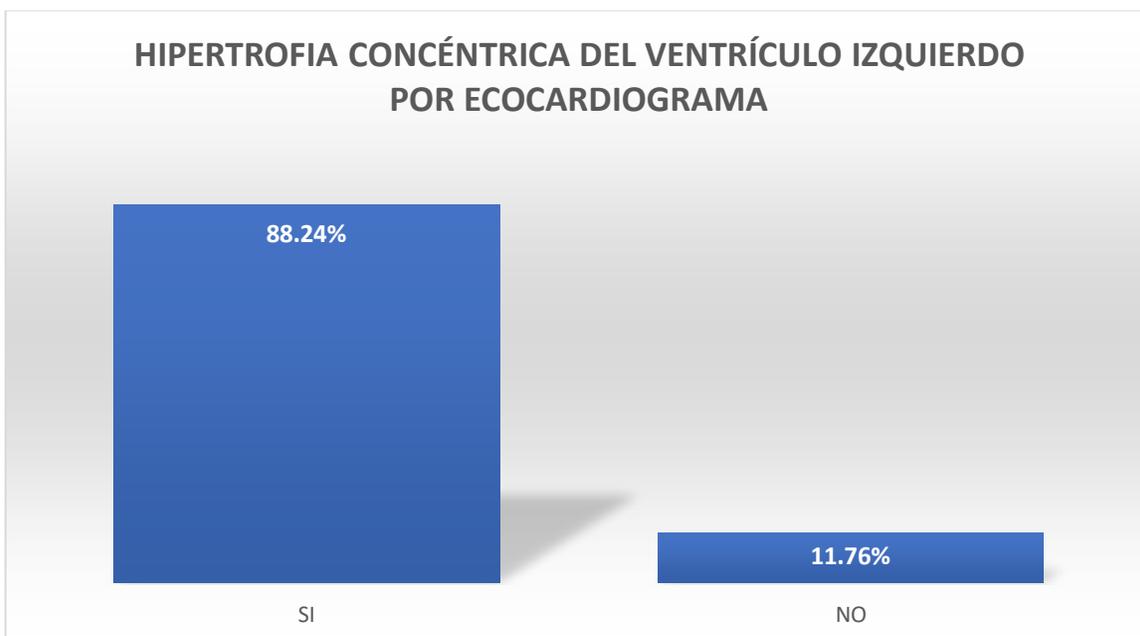
**GRÁFICO 22**



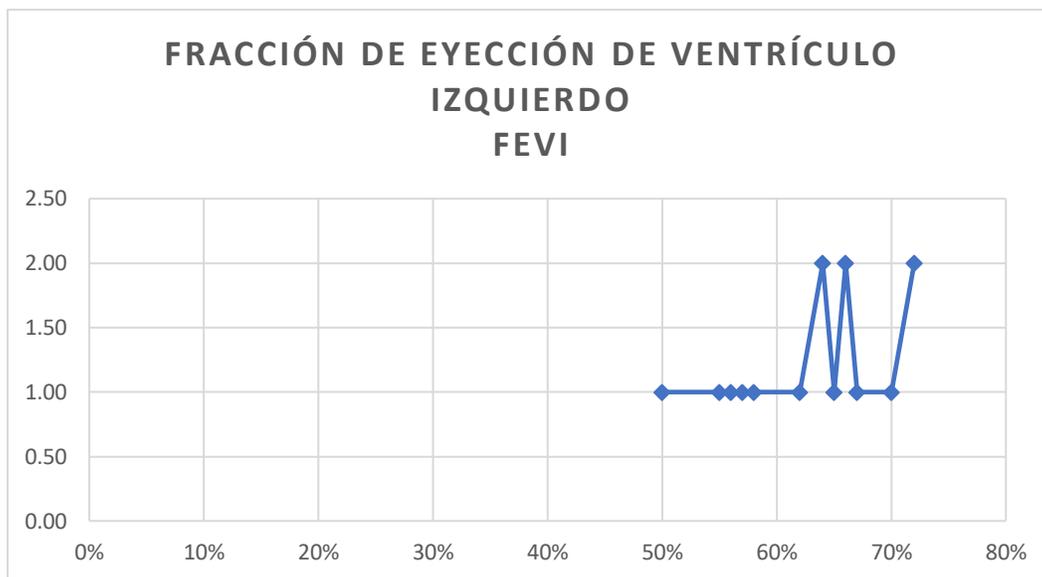
**GRÁFICO 23**



**GRÁFICO 24**



**GRÁFICO 25**



**GRÁFICO 26**

