



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS

VARIACIONES IÓNICAS EN CONCRECIONES URINARIAS DE PACIENTES
UROLITIÁSICOS DE LA CIUDAD DE CUMANÁ, ESTADO SUCRE
(Modalidad: Tesis de Grado)

LEONELA DE LOS ÁNGELES GUTIÉRREZ MILANO Y VANESSA VIRGINIA
VELÁSQUEZ FIGUEROA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOANÁLISIS

CUMANÁ, 2025



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
DECANATO / ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS

VEREDICTO

Nosotros: **CARLOS ARANDIA, JOSE MEDINA, WILLIAM VELASQUEZ Y AMERICA VARGAS**, en nuestro carácter de Jurado Examinador, ratificados por el Consejo de la Escuela de Ciencias, a recomendación de la Comisión de Trabajos de Grado del Departamento de Bioanálisis para emitir juicio sobre el Trabajo de Grado titulado: **"VARIACIONES IÓNICAS EN CONCRECIONES URINARIAS DE PACIENTES UROLITIÁSICOS DE LA CIUDAD DE CUMANÁ, ESTADO SUCRE"** presentado por las Brs **LEONELA GUTIÉRREZ MILANO** con Cédula de Identidad N° 27.674.144 y **VANESSA VELÁSQUEZ FIGUEROA** con Cédula de Identidad N° 27.078.231, en la modalidad: Tesis de Grado, según lo establecido en el Acta N° 2221 y como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Bioanálisis, decidimos que dicho trabajo ha sido: APROBADO

En fe de lo anterior se levanta la presente Acta en Cumaná, a los veinticinco días del mes de febrero del dos mil veinticinco.

El Asesor (a): Prof. William Velásquez 

Coasesor (a): Profa. América Vargas 

Jurado Principal: Dr. Carlos Arandia 

Jurado Principal: Dr. José Medina 



DEDICATORIA

A

Mi amado padre Jehová, por estar siempre conmigo en las diferentes situaciones de mi vida, ser mi guía, apoyo y por la hermosa familia que me dio. Mi querida mamá, Carmen Leticia Milano Patiño, sin ella nada de esto sería posible, fue la persona más valiente de mi familia y cuya decisión tan difícil, cambió positivamente la vida de sus hijos y con ello la de sus nietos, aunque físicamente no esté, gracias a ella y la pequeña Juana, junto al deseo de mi mamá, he logrado llegar hasta aquí. Igualmente, mis abuelos Gloria María Zambrano Ramírez, Pedro Alejandro Gutiérrez Gil, José Benjamín González Rengel y Tomás José Marcano Herrera, por fomentar en mí, los principios necesarios para mi educación tanto profesional como personal, además de ser la base sobre la cual construyo día a día mis objetivos, siempre estarán en mi corazón.

Mis padres Jasmin del Carmen Milano Patiño y Antonio José Gutiérrez Zambrano por apoyarme en cada etapa, por su amor, comprensión, su apoyo durante los semestres más difíciles de la carrera, su gentileza al ayudarme completamente en todo, estar siempre con los bocadillos que me llenaban de energía y así poder continuar en el estudio, podía enfocarme solo en mis temas de estudio gracias a que siempre lo tenían todo listo para mí. Las diferentes experiencias durante mi preparación académica la hemos vivido juntos, igualmente esto no es un logro individual sino compartido, los amo.

Mis hermanos Jasmin del Carmen Gutiérrez Milano y Antonio José Gutiérrez Milano, mis primeros educadores, que me enseñaron, no solo la educación impartida por nuestros abuelos sino también académica y experiencias de vida. Siempre me escuchaban cada día en el que estudiaba y también me hacían preguntas muy interesantes, a veces los visualizaba como hijos, pero algunos días como padres que me

mostraban lo que estaba haciendo mal y como podía remediarlo. Gracias por todo su cariño, los quiero mucho.

Mis tíos Carlos Antonio Zambrano Zambrano, Julio César Gutiérrez Zambrano, Carmen Luisa Marcano Milano, Adolfo José Marcano Milano y Larry del Valle Gutiérrez Zambrano por todo su amor, apoyo, siempre estaban felices por los resultados en mis estudios, siempre estaban hasta en los momentos más difíciles dándome lindos consejo y animándome a continuar.

Cada uno de ustedes con su autenticidad, muchos ya fallecidos pero presentes aun en mi corazón, me brindaron las mejores herramientas y cariño para lograr todas mis metas.

Leonela de los Ángeles Gutiérrez Milano.

DEDICATORIA

A

Mi Dios por haberme dado salud para lograr mis objetivos y permitirme llegar a esta instancia del camino, en donde me vuelvo toda una profesional y espero nunca soltarme de su mano. Por llenarme de sabiduría y entendimiento en mis momentos difíciles. Así como a mis tres divinas personas y mis guías espirituales por escuchar cada una de mis suplicas.

Mi mamita Dalys por siempre confiar en mí, por su amor incondicional, y por ser los brazos que siempre dan el calor que necesitamos, espero tenerte toda la vida.

Mi mamá Maribel por ser mi ejemplo a seguir. Gracias por inculcarme valores y buenas costumbres, por enseñarme a leer, a no caminar descalza y por ayudarme a vencer cada obstáculo. Está cumpliendo con la misión que Dios le puso en su camino, y lo está haciendo muy bien.

Mi abuela Carmelita, porque desde pequeña compartiste conmigo muchos de tus conocimientos que hoy en día me han servido para ser la mujer que soy. Que nunca nos falte nuestras charlas por las tardes mientras nos reímos de la vida.

Mi papa Argenis por su cariño y comprensión durante mi etapa universitaria.

Mi abuelito José Ángel Morillo Mejías, por dejarme grabada en mi mente “Que para atrás ni para coger impulso, que palante es palla”, gracias por enseñarme que no hace falta llevar el mismo grupo sanguíneo para sentir amor por una persona. En otra vida seguirás siendo mi abuelito, no te enfermas y ves a tu nieta graduarse. Este orgulloso de mi, lo sé. Eres el mejor de todos. Te amo.

Vanessa Virginia Velásquez Figueroa.

AGRADECIMIENTO

A

Mi casa de estudio, la Universidad de Oriente, por abrirme las puertas a esta carrera tan hermosa, gracias a los profesores que en ella continúan esforzándose por preparar futuros profesionales. Casa más alta del Oriente, siempre serás mi casa de estudio, gracias a ti he logrado obtener los conocimientos necesarios pese a las dificultades del país. Gracias UDO, gracias por ser esa ave fénix que jamás podrán vencer.

La Universidad Politécnica Clodosvaldo Russian por su ayuda y colaboración en la realización experimental de mi proyecto de tesis, gracias por el cariño, recibimiento y trato.

Mi profesor y asesor William José Velásquez Sansonetti y mi coasesora América Vargas, gracias por ser mi guía en este hermoso proyecto, por apoyarme constantemente y brindar sus conocimientos como profesores y como licenciados en Bioanálisis, gracias por ayudarme en el desarrollo y aprendizaje de un área que va más allá de la rutina, como Bioanalistas.

El Vicerrector Carlos Pérez, por toda su ayuda durante la determinación de los respectivos iones metálicos (sodio, potasio, calcio), gracias por todos sus consejos, conocimientos, chistes. Gracias por su esfuerzo y por estar completamente comprometido con este proyecto, pese a haber sufrido antes de comenzar el análisis, un accidente cerebrovascular hemorrágico. Gracias profesor, por toda su ayuda y por su compromiso.

Mi tío Carlos Antonio Zambrano Zambrano, gracias hasta el cielo por creer en mi desde muy pequeña, por apoyarme y transmitirme todo tu amor; tu talento siempre me

acompaña, aunque ya no estés físicamente, gracias por mostrarme que siempre podemos hacer grandes cosas, aunque parezcan pequeñas, así como tú hermosa fundación Zambrano.

Mi amigo Gustavo Enrique Toco Yépez Padilla, gracias por no rendirte conmigo, tenerme mucha paciencia y apoyarme en todo, gracias por estar cuando te necesito, por quedarte explicándome cualquier tema de clase, pese a la distancia sin importar la hora, solo te ibas a dormir hasta que lo entendiera todo. Gracias por hacerme entender que la historia no es tan aburrida y motivarme a tener curiosidad de ella. Te agradezco infinitamente todos tus esfuerzos y apoyo incondicional.

Mis hermanos Jasmin del Carmen Gutiérrez Milano y Antonio José Gutiérrez Milano, gracias por amarme tanto y enseñarme todo y más de lo que saben, por protegerme a pesar de mi edad. Agradezco esos abrazos y lágrimas cuando más las necesité.

Mis padrinos Elisbet María Rengel Silva y Ángel José Hernández Brito, gracias por ser mi segunda familia, mis papás, por todo su amor y cariño, gracias por todos sus consejos, por guiarme por el buen camino y, además, por enseñarme que la disciplina y constancia con mucha paciencia y amor son la clave del éxito.

Mi tío, Julio César Gutiérrez Zambrano, gracias por todo su apoyo incondicional, cariño y consejos que son uno de los motivos que me impulsan a cumplir mis metas. Gracias por ser un gran ejemplo que quiero seguir.

Mis tíos, Carmen Luisa Marcano Milano y Adolfo Marcano Milano, gracias por ayudarme desde pequeña, por sus consejos y estar en los momentos más difíciles e impulsarme a ser mejor.

Mi compañera de tesis Vanessa Virginia Velázquez Figueroa, por acompañarme en esta linda experiencia, por sus consejos, cariño, apoyo. Gracias por brindarme tu amistad amiga, te quiero mucho.

Mis, amigos Susneidys Montilla, Carla Marcano, José Pérez, Yorlenys Carreño, Luis Castillo, Francelis Henríquez, Daniela García, Luis Mendoza, Iramy Rodríguez, Emilio Tineo, Miguel Cartaya, gracias por todo su amor, cariño, paciencia, consejos y por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi preparación académica. Gracias por esos momentos tan lindos que hacían de esos días tan frustrantes, un reto más que podía superar. Gracias por los chistes, por las risas, pero también por esos días en que lloré y ustedes me dieron ánimo, los quiero mucho.

Los diferentes centros de salud, como; el Laboratorio Clínico Biopíritu, Policlínica de la Guardia Nacional, Servicio Médico BANAVIH, Laboratorio Clínico Betty Kabbabe, Laboratorio clínico SIMKO, ambulatorio rural Tacal I, Hospital Antonio Patricio de Alcalá, Clínica Oriente, gracias a cada uno de ustedes por darme la oportunidad de hacer mis pasantías profesionales, gracias a su personal totalmente capacitado y cuyo desenvolvimiento en su área es admirable, gracias por su atención, apoyo, cariño y por prepararme como profesional del Bioanálisis.

Mis instructores de pasantías, Lcda. Maribel Marcano, Bioanalista. Esp. Inmunología Ángel Valero, Lcdo. Ricardo Guadarrama, Lcda. Betty Kabbabe, Lcda. María Simko, Lcda. Nancy Bravo, Lcdo. Pavel Caña, Bioanalista. Esp. Bacteriología Clínica Maylim Mundaray por apoyarme y compartir sus conocimientos durante mis pasantías. Gracias por su ayuda, sus consejos, su amistad y cariño.

Los asistentes de Laboratorio, Eithel Guariguata, Ivon Torres, Leomary Polanco, Martha Martínez, Yucenis Malave, por sus lindas bienvenidas, conocimientos compartidos, comprensión y cariño, gracias por ser ese lado amigo durante la hermosa experiencia vivida como pasante.

Gracias a cada uno de ustedes, este sueño es una realidad, gracias por formar parte de esta hermosa experiencia, les agradezco de todo corazón su apoyo, tendré siempre presente sus enseñanzas y consejos a lo largo de mi vida y en el ámbito laboral como licenciada en Bioanálisis.

Leonela de los Ángeles Gutiérrez Milano.

AGRADECIMIENTO

A

Mi querida y amada Universidad de Oriente, gracias por ser mi segundo hogar y por abrirme las puertas de este recinto universitario para obtener mi título. Orgullosa de ser Udista.

La Universidad Politécnica Territorial “Clodosbaldo Russian” especialmente al Vicerector Académico Carlos Pérez por ser pieza clave en el cumplimiento de nuestro muestreo. Gracias por darnos el apoyo que necesitamos para que este trabajo se llevara a cabo. Que Dios me lo bendiga siempre.

Mi asesor William Velásquez, por su esfuerzo y dedicación hacia nuestro trabajo.

Laboratorio Bioanalítico “Santa Ana” por recibirme como una más y darme las herramientas para obtener los conocimientos y experiencias necesarias para el ejercicio de mi profesión. Eternamente agradecida con la Licenciada María Marcano por su confianza al abrirme las puertas de su laboratorio y demostrarme que la dedicación junto con la paciencia es clave para obtener el éxito en lo que hagas; Licenciada Manuelys Mendoza por su esfuerzo y dedicación hacia mi aprendizaje como profesional, eternamente agradecida con usted por compartir sus conocimientos y ser mi maestra durante todo este tiempo. Soy su fan número uno y espero en un futuro no muy lejano seguir sus pasos; Licenciada Luisa Mundaray por enseñarme que la seguridad y la confianza son esenciales en lo que hacemos para así obtener buenos resultados; a Neyita porque cada mañana me recibe con una sonrisa haciendo mis días más divertidos, siempre consigo en ella una persona con quien hablar al final de día; A la señora Luisa por el cariño. Gracias por las risas y los buenos momentos, por darme la dicha de ser parte de este equipo maravilloso. Que Dios me la bendiga a cada una.

Laboratorio de “Sala de Parto” del Hospital Universitario Antonio Patricio de Alcalá, especialmente a mis Licenciadas: Luisana Vera, Yulimar Mariña, Marianne Delgado y Rosel Arismendi. Mis asistentes: Yucelis Salazar y yoyo. Gracias por el amor y el cariño brindado en el inicio de mis pasantías, cada una aportó su granito de arena para mi aprendizaje. Que nunca se le apague ese espíritu de enseñar y hacernos sentir en un buen lugar.

Laboratorio “Microlab RS” por recibirme y hacerme sentir cómoda durante mi instancia. Gracias Licenciada María Silva y a mi jefe José, por el cariño y la confianza brindada. Excelentes personas que Dios me puso en mi camino para aprender el valor de la humanidad, con esfuerzo y dedicación se pueden lograr todo en la vida. Sigamos abriéndole las puertas a nuevos pasantes para su formación.

“Laboratorio Especialidades Bacteriológico Sucre” por darme el gusto de conocer el mundo de la Bacteriología. Gracias Licenciadas: Militza Guzmán, Ignacia Gonzales, María Laura Ramírez, por facilitarme los conocimientos de una mejor manera para el entendimiento de esta área, gracias por su dedicación y esfuerzo hacia mi aprendizaje. Que de una u otra forma me enseñaron lo amplio y diverso que puede ser el mundo de las bacterias.

Laboratorio del Centro de Diagnóstico Integral “San Antonio del Golfo”, gracias por ser parte de mi formación académica y por brindarme la confianza de ser parte de su equipo de trabajo. Especialmente a mis Licenciadas: Arcelys Velásquez, Cristina Zabala y Yualci Cedeño. Al personal de Laboratorio que hacen los días mejores: Roslyn Jiménez, Rosario Soto y Elynes Velásquez. Gracias por su grata estadía y por hacerme sentir como en casa.

Mi amigo y casi hermano de la vida Carmelo D’Lacoste, por estar siempre presente en mis mejores y peores momentos, porque siempre tienes una palabra de

aliento para mí que me impulsaba a seguir y no desistir. Las verdaderas amistades existen y tú eres una de ellas. Simplemente gracias.

Mi tía Martha por enseñarme que lo único que cae del cielo es la lluvia, siendo la disciplina el valor fundamental para lograr mis objetivos; A mi tía Jackeline por siempre estar pendiente de cada uno de mis logros obtenidos durante mi carrera; A mi prima Patricia por su cariño y por siempre estar presente; y mis hermanos Isabel y Andrés, una me dice necha y el otro hermana, gracias por los consejos que de una u otra forma me enseñaron a ser una mejor persona, por su apoyo en cada momento y por hacerme parte de su familia.

Mis tías: Brisalia Velásquez, Yamileth Acuña, Margolis Acuña y Lila Figueroa, gracias porque sus oraciones si llegaron al cielo, por siempre recordarme que se sienten orgullosa de mí y por su voz de aliento cada vez que necesito un consejo.

Mis tíos: Dino Figueroa y Rafael García, porque los dos me enseñaron el valor de la humildad, siendo la riqueza más grande que puede tener un ser humano, recordándome siempre hacia dónde voy y de dónde vengo. El que quiere puede. Hernan quijada, gracias por el amor y el cariño hacia mí, que Dios le repare todo lo bueno que ha sido conmigo.

Mis primas: Wilmaris Rodríguez y Arianny Gómez, porque nunca dudaron de mí. Gracias por ser mi pañito de lágrimas, y por recordarme que valgo mucho. Juntas como el trio dinámico.

Héctor Sánchez, Carmen Torrivilla y Karla Marrero, hermanos que me regalo la Universidad de Oriente. Gracias por los momentos vividos dentro del aula de clases, por las tardes de estudios y los momentos de risas, y aunque cada uno haya tomado caminos diferentes los llevo siempre en mi corazón.

Rafael Gómez y José Ángel Morillo Díaz. Las estrellas más lindas que brillan en el cielo, sé que donde están se sienten orgullosos de mí y aunque ya no están en este plano terrenal en mis sueños me pueden visitar para juntos celebrar este logro.

Mi amiga y compañera de tesis Leonela Gutiérrez, un sincero agradecimiento a ti que estuviste conmigo en los momentos de estrés y alegría durante este largo y retador camino. Tu apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluable. Contribuiste a mi fortaleza y ánimo de una manera u otra. Gracias por ser mi punto de apoyo, mi equipo de aliento y, lo más importante, la familia que yo elegí.

Mis futuros Colegas: Emilio Tineo, Andrea Martínez, Carla Gónzales, Leonardo Kach, Noriuska Villalba, Sofía Rodríguez e Iraimy Rodríguez. Gracias por acompañarme durante mi etapa académica porque juntos siempre somos más. Mis amigos: Héctor Sánchez, Carmen Torrivilla y Karla Marrero donde quiera que estén, agradecida con Dios por ponerlos en mi camino.

Vanessa Virginia Velásquez Figueroa.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE	XIV
LISTA DE TABLAS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA	6
Muestra poblacional	6
Procesamiento de las muestras	6
Identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios.....	7
Determinación de los iones sodio, potasio y calcio en concreciones urinarias	7
Cuantificación de las concentraciones séricas de los iones sodio, potasio y calcio	8
Análisis estadístico	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
CONCLUSIONES.....	13
BIBLIOGRAFÍA.....	14

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones de los diferentes patrones para la calibración del espectrofotómetro de emisión atómica para la obtención de las concentraciones de las muestras analizadas..... 7

Tabla 2. Resumen estadístico de la prueba Anova simple aplicado a los valores promedio de las concentraciones (ppm) de los iones sodio, potasio y calcio en cálculos urinarios de oxalato de calcio, ácido úrico y mixtos (oxalato/ácido úrico) provenientes de pacientes urolitiásicos de la ciudad de Cumaná, estado Sucre. 9

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar las diferencias en las concentraciones iónicas en concreciones urinarias provenientes de pacientes de la consulta de Urología del hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” de la ciudad de Cumaná, estado Sucre para ello se analizaron 14 cálculos urinarios expulsados espontáneamente o extraídos quirúrgicamente. A cada uno de los cálculos, se le produjo un proceso de digestión con ácidos nítrico y perclórico en una relación 5:1 a una temperatura de 150°C. Luego, se midieron las concentraciones de los iones sodio, potasio y calcio (por fotometría de llama). La identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios se realizó por la técnica de difracción de rayos X, y de acuerdo a su composición se clasificaron como cálculos de: ácido úrico, oxalato de calcio, mixtos (oxalato más ácido úrico). Se aplicó la prueba estadística Anova simple con el propósito de establecer las diferencias significativas en las concentraciones iónicas de los diferentes tipos de cálculos urinarios, y se obtuvo diferencias altamente significativas en las concentraciones de los iones potasio. Estos resultados permiten señalar que los iones potasio participan significativamente en los procesos de sobresaturación, precipitación, agregación y formación de los cálculos y se encuentran en mayor concentración en las concreciones renales de ácido úrico en el tracto urinario, mientras que los iones sodio y calcio se encuentran en las concreciones de oxalato, ácido úrico y mixtos sin diferencias significativas.

INTRODUCCIÓN

Los cálculos urinarios son estructuras sólidas que se originan como consecuencia de alteraciones en el balance físico-químico y/o dinámico del aparato urinario, desde los túbulos colectores hasta la uretra; tienen el tamaño mínimo de 10 000 micras y están formados básicamente por elementos cristalinos (sales urinarias), y en menor medida, por elementos amorfos orgánicos y/o inorgánicos (Schneider y Berg, 1985; Corrales *et al.*, 2021).

La gran parte de las concreciones renales están constituidos por calcio que forma complejos en una matriz cristalina de compuestos orgánicos e inorgánicos. La disminución del riesgo urolítico mediante el desequilibrio de la homeostasis del calcio no ha resultado eficiente. De igual forma, debe señalarse que se han realizado investigaciones para identificar otras opciones terapéuticas específicas de las concreciones renales, empleando procedimientos utilizando técnicas de proteómica, metabolómica y microscopía, que significan una gran complejidad. Los datos señalan que muchos metales diferentes al calcio y diversos no metales se encuentran presente en el interior de las concreciones urinarias en concentraciones cuantificables y algunos poseen ciertos patrones de distribución distintos (Ramaswamy *et al.*, 2015).

La formación de las concreciones renales se inicia cuando la concentración de los componentes de la orina alcanza un nivel en el cual, es posible la cristalización. Aunque, las manifestaciones clínicas en los pacientes con cálculos son similares, éstos difieren en su composición, patogénesis y tratamiento. La clasificación morfoconstitucional de los cálculos urinarios consiste en la aplicación de criterios, de forma mineralógica y morfológica, que sirven para clasificar los cálculos en diversos tipos, cada uno con una composición dominante y a los que pueden atribuirse causas probables de la formación del mismo (Guillén *et al.*, 2008; Brito *et al.*, 2022).

El estudio minucioso de la composición y microestructura de los cálculos renales, ha permitido obtener información importante sobre los mecanismos físico-químicos de su formación, esto ha posibilitado el desarrollo reciente de clasificaciones que relacionan la composición y estructura de los cálculos renales con sus mecanismos de formación, y por extensión, con los posibles factores urinarios responsables de su formación. Estas clasificaciones son de gran importancia en la práctica clínica ya que permiten, a través de un análisis de morfología, estructura y composición del cálculo renal, conocer las posibles alteraciones urinarias susceptibles de haber desencadenado el episodio urolítico, proporcionando de esta manera, información decisiva para el tratamiento de la enfermedad litiásica encaminado a evitar recidivas (Leusmann, 1991; Daudon *et al.*, 1993; Grases *et al.*, 1998; Kolupayev *et al.*, 2021).

La sobresaturación urinaria es un factor necesario para la nucleación, crecimiento y agregación del cristal de los compuestos litogénicos ya que, constituye la fuerza conductora fundamental del proceso de cristalización. Aun así, ésta no es condición suficiente ya que, incluso sujetos sanos presentan orinas sobresaturadas (Robertson *et al.*, 1968; Fleisch, 1978).

Diversas sustancias en la orina pueden cristalizar mediante un proceso de sobresaturación formando concreciones sólidas, influenciado por la ausencia de inhibidores de la cristalización, por la presencia de sustancias promotoras de ésta y por factores relacionados con la morfoanatomía renal. En definitiva, para que se forme el cálculo urinario, la función renal debe permitir la excreción de una cantidad excesiva de especies químicas en condiciones físicas de saturación y pH adecuado que permitan su cristalización, favorecida por la presencia de determinados promotores de la cristalización y por ausencia absoluta o relativa, de numerosos inhibidores de la precipitación y agregación cristalina (Muñoz, 2004).

Existen dos tipos principales de cálculos que contienen fosfato. Los cálculos de fosfato de calcio formados básicamente de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$) o brushita

(BRU) ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y los cálculos infecciosos de estruvita $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. También se han encontrado otros fosfatos diferentes, como carbonato de apatita ($\text{Ca}_{10}(\text{OHCO}_3\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) o whitlockita ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), como componentes mayoritarios o minoritarios de cálculos renales (Prien y Frondel, 1947; Herring, 1962; Murphy y Pyrah, 1962; Daudon *et al.*, 1993; Khan *et al.*, 2016).

Los cálculos urinarios están conformados principalmente por los compuestos ácido úrico y oxalato de calcio, los cuales precipitan en el tracto urinario donde las orinas poseen un pH ácido. Por esta razón, se hace necesario conocer ciertos aspectos y propiedades de estos compuestos y su relación con el proceso urolítico. En tal sentido, se debe señalar que el ácido úrico cristaliza en disoluciones acuosas, como ácido úrico anhidro (AUA), o ácido úrico dihidrato (AUD) o una mezcla de ambas fases, de manera que el AUD se transforma rápidamente en AUA (Hesse *et al.*, 1979; Kamel *et al.*, 2002; Ma *et al.*, 2018).

El oxalato de calcio constituye el componente mayoritario en aproximadamente 70,00% de los cálculos urinarios generados en pacientes procedente de los países industrializados, presentándose en dos formas hidratadas diferentes: el oxalato de calcio monohidratado (COM) y el oxalato de calcio dihidratado (COD). Es importante considerar que, la forma dihidratada del oxalato de calcio es la fase termodinámicamente inestable del oxalato de calcio, y que en contacto con la fase líquida se transforma gradualmente en la forma monohidratada que es la estable. De hecho, la formación de cristales de COD sólo se puede explicar considerando factores cinéticos. De esta forma, se ha demostrado que para los valores elevados de la relación calcio/oxalato, fuerza iónica elevada, presencia de citrato en cantidades importantes y presencia de fosfato de calcio coloidal ($\text{pH} \geq 6,00$), la producción de cálculos de la forma dihidratada es cinéticamente más favorable que la producción de cálculos de la forma monohidratada (Skirtic *et al.*, 1987; Grases *et al.*, 1990; Huang *et al.*, 2020).

Los cálculos infecciosos están formados por estruvita (20,00-60,00%), hidroxapatita y materia orgánica. Estos cálculos no presentan forma regular, de manera que los cristales de estruvita están diseminados en el interior del cálculo, donde también aparecen esferas individuales de hidroxapatita y en cantidad considerable de materia orgánica amorfa distribuida por todo el cálculo (Lerner *et al.*, 1989; Sivaguru *et al.*, 2021).

Los primeros estudios realizados sobre los cálculos urinarios datan de 1800, y consistieron en identificar un cálculo urinario de ácido úrico; sin embargo, la caracterización química de los cálculos urinarios ocurrió en 1860, cuando se describe por primera vez, una clasificación para la investigación de éstos basada en el color, la dureza y las reacciones químicas realizadas directamente sobre la concreción. El análisis microquímico mediante observaciones al microscopio iniciado en 1874, permitió un estudio más científico del cálculo, a partir de estos primeros conocimientos y con el fin de identificar los principales aniones y cationes presentes en la composición de los cálculos urinarios (Pieras, 2004; Arasa, 2008; Cai *et al.*, 2021).

En el proceso urolítico los iones juegan un papel importante, ya que ayudan a la formación de las sales que constituyen los cálculos o inhiben la nucleación de los componentes cristalinos, formando compuestos solubles en la orina, ayudando así a su eliminación. En este sentido, se puede señalar el papel importante que juega el calcio en la constitución de los cálculos de oxalato de calcio y fosfato de calcio. El magnesio actúa como quelante, ya que se une a los aniones, como el oxalato, y lo transforma en oxalato de magnesio, mucho más soluble que el oxalato de calcio. El magnesio aumenta hasta 20 veces la solubilidad de las sales de oxalato de calcio (Hallson *et al.*, 1982; Giebel, 1987; Velásquez *et al.*, 1996; Cova *et al.*, 1998; Wu *et al.*, 2020).

La evaluación de los niveles de 14 oligoelementos en concreciones urinarias provenientes de pacientes nefrolitiásicos, por la técnica de espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente, arrojó como resultado que el níquel, el manganeso, el litio y el cadmio podrían ser importantes en el mecanismo patológico de

la formación de cálculos, no desde el punto de vista mineralógico o cristalográfico, sino para el buen desarrollo de las reacciones enzimáticas en los sistemas biológicos (Hofbauer *et al.*, 1991).

El análisis de la composición química de los cálculos urinarios es una parte fundamental del estudio metabólico de la urolitiasis. En este sentido debe señalarse que los iones más comunes y en mayor proporción son el calcio y el fósforo. Esta aseveración tiene su basamento en el estudio de 649 concreciones urinarias, por metodología infrarrojo, que muestran que el monohidrato de oxalato de calcio fue la composición más común encontrada en el 45,00% de los casos, seguida de la composición mixta, que incluyó tres cálculos de fosfato de amonio en el 29,00% de los casos. La composición de ácido úrico puro se encontró en el 16,00% de los cálculos. Se detectaron tres cálculos de cistina (Matsuzaki *et al.*, 1995; Sánchez *et al.*, 2021).

Lo anteriormente expuesto señala la importancia del estudio de los iones en los cálculos urinarios, debido a que todas las sales que componen a estas concreciones tienen en su estructura química electrolitos. Además, a través del estudio de la composición iónica del cálculo es posible identificar, en parte, los responsables dietéticos y los mecanismos homeostáticos causantes del proceso urolítico en los individuos con calculosis urinaria. Por estos motivos, se realizó el presente estudio para evaluar las variaciones iónicas en concreciones urinarias de pacientes urolitiásicos de la ciudad de Cumaná, estado Sucre.

METODOLOGÍA

Muestra poblacional

La muestra estuvo conformada por 14 cálculos urinarios expulsados espontáneamente o extraídos quirúrgicamente de pacientes urolitiásicos masculinos y femeninos, provenientes de la unidad de diálisis del hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” de la ciudad de Cumaná, estado Sucre. El número de muestra representativa se calculó por la fórmula de Cochran (1985).

La fórmula propuesta por Cochran (1985) es:

$$\frac{K^2 \times N \times PQ}{e^2 \times (N-1) + (K^2 \times PQ)}$$

donde:

K = 1,96 Nivel de confiabilidad

P= 0,05 Probabilidad de aceptación

e= 0,06 Error de estudio

Q= 0,995 Probabilidad de rechazo

N= Tamaño de la muestra

Procesamiento de las muestras

Los cálculos urinarios que se obtuvieron por intervención quirúrgica o expulsión espontánea, fueron lavados con agua destilada y se colocaron dentro de un desecador por 24 horas, seguidamente se pesaron y trituraron en un mortero. Posteriormente, se colocaron en viales etiquetándolos con el nombre, edad y número correspondientes al paciente.

Identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios

La identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios se realizó por la técnica de difracción de rayos X. Para ello, se utilizaron las muestras trituradas, que fueron analizadas en un equipo de difracción de rayos X, marca Siemens, modelo D-5000; el cual usa un cátodo de cobre y filtro de níquel, con un voltaje de 40 kV y 20 mV de intensidad de corriente en el generador de rayos X y mediante la comparación con patrones internos de la base de datos del computador se identificaron los compuestos cristalinos (Jenkins y Snyder, 1996).

Determinación de los iones sodio, potasio y calcio en concreciones urinarias

Para la determinación de los iones sodio, potasio y calcio, se trataron las muestras con un ácido específico para su digestión y disolución. Se colocaron 25,00 mg de muestra en un vaso de precipitado y se les agregó 1,00 mL de ácido nítrico, y 1,00 mL de agua destilada. Se homogenizó y se colocaron a digerir a 150,00°C. Posteriormente, se colocaron en matraces de 25,00 mL y se enrasaron con agua destilada previamente identificados (Garrat, 1960).

Las concentraciones de los iones sodio, potasio y calcio fueron medidos en un espectrofotómetro de emisión atómica marca JENWAY PFP7. Se prepararon patrones que sirvieron para calibrar el equipo empleado y medir las distintas concentraciones (ppm) de los iones (tabla 1).

Tabla 1. Concentraciones de los diferentes patrones para la calibración del espectrofotómetro de emisión atómica para la obtención de las concentraciones de las muestras analizadas.

Element	Concentraciones (ppm)			
	Patrón 1	Patrón 2	Patrón 3	Patrón 4
Sodio	0,00	1,00	4,00	6,00
Potasio	0,00	1,00	4,00	6,00
Calcio	0,00	1,50	2,50	3,50

ppm= partes por millón.

Cuantificación de las concentraciones séricas de los iones sodio, potasio y calcio

Las concentraciones de estos tres iones se cuantificaron por el método de emisión atómica, el cual consiste en que los átomos de los iones sodio, potasio y calcio son llevados a un estado electrónico excitado, por medio de las colisiones térmicas con los componentes de los gases generados por la energía calórica aplicada, y al regresar a su estado electrónico inicial, emiten radiaciones características de cada elemento. De la emisión resultante se aislaron las características espectrales de sodio, potasio, calcio y luego el espectro es detectado en un fotodetector, cuya señal de salida se amplifica y se mide en un registrador (Belmar y Rey de Viñas, 1971; Henry, 2007).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en esta investigación fueron sometidos los criterios de homogeneidad, (prueba de Levene) y normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov Lilliefors) lo que permitió aplicarles la prueba estadística Anova simple, con el propósito de establecer las posibles diferencias significativas entre los valores promedio de los parámetros electrolíticos sodio, potasio y calcio presentes en los cálculos urinarios provenientes de los pacientes con urolitiasis anteriormente mencionados. La toma de decisiones se realizó a un nivel de confiabilidad del 95% (Sokal y Rohlf, 1979; Banet y Morineau, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 permite observar el resumen estadístico de la prueba Anova simple aplicado a las concentraciones de los iones sodio, potasio y calcio cuantificadas en concreciones urinarias de oxalato de calcio, ácido úrico y mixtos (oxalato/ácido úrico) provenientes de pacientes urolitiásicos de la ciudad de Cumaná, estado Sucre. Se observan diferencias altamente significativas en el análisis estadístico de la concentración de potasio con la conformación de dos grupos, el primero establecido por las concentraciones de potasio en las concreciones mixtas y en las de oxalato de calcio y el segundo constituido por las concentraciones de potasio en los cálculos urinarios de ácido úrico.

Tabla 2. Resumen estadístico de la prueba Anova simple aplicado a los valores promedio de las concentraciones (ppm) de los iones sodio, potasio y calcio en cálculos urinarios de oxalato de calcio, ácido úrico y mixtos (oxalato/ácido úrico) provenientes de pacientes urolitiásicos de la ciudad de Cumaná, estado Sucre.

Sodio						
Grupos	n	Intervalo	\bar{X}	DE	Fs	
CUM	3	3,70 – 7,10	5,33	1,39	0,70 ns	
CUAU	5	4,90 – 5,20	5,68	0,51		
CUOX	6	5,30 – 7,70	6,10	0,79		
Potasio						
Grupos	n	Intervalo	\bar{X}	DE	Fs	DMS
CUM	3	0,00 – 3,00	1,00	1,47	6,15***	
CUOX	6	0,00 – 2,00	1,00	0,58		
CUAU	5	2,00 – 7,00	4,40	2,24		
Calcio						
Grupos	n	Intervalo	\bar{X}	DE	Fs	
CUOX	6	7,50 – 70,00	28,90	25,44	0,23ns	
CUM	3	22,00 – 48,00	32,67	11,11		
CUAU	5	28,00 – 50,00	37,20	7,55		

La ausencia de diferencias significativas en la evaluación estadística del catión sodio cuantificado en los cálculos urinarios de ácido úrico, oxalato de calcio y mixtos

(ácido úrico, oxalato de calcio), no descarta la participación de este catión en la formación de concreciones urinarias ya que las concentraciones séricas y urinarias de sodio están vinculadas a una mayor concentración de calcio en la orina favoreciendo así la posibilidad de unión del calcio y el oxalato en el tracto urinario de los pacientes analizados en esta investigación, respaldando el papel directo e indirecto en la formación de cálculos urinarios (Betancourt *et al.*, 1998; Liu *et al.*, 2023).

Otras posibles razones a estos resultados, en torno a las concentraciones de sodio medidas en las concreciones urinarias, pueden estar vinculadas con la alimentación común que comparten los pacientes que participaron en este estudio. En este sentido debe señalarse que el hecho de no encontrarse diferencias significativas en las concentraciones de sodio en las concreciones urinarias de oxalato, ácido úrico y mixtas, no significa que este elemento no esté presente en las concreciones urinarias analizadas, sino que los niveles de este catión se encuentran presentes en concentraciones similares, sin mostrar diferencias significativas.

Estudios que ponen en evidencia lo planteado en relación a la presencia de sodio en los cálculos urinario lo constituyen en primer lugar, el de Gómez y Milano (2014), los cuales hallaron que los alimentos proporcionan casi la misma cantidad de sodio y en segundo lugar el de Bacallao *et al.* (2014), quienes argumentaron que la sal se convirtió en un producto básico de consumo y en un aditivo dietético cuya ingesta incrementada se asocia a un incremento de litiasis urinarias.

Estos resultados son similares a los encontrados por Durak *et al.* (1991), quienes reportaron concentraciones de sodio en la matriz y la corteza de los cálculos urinarios analizados en en su investigación.

Los aumentos significativos de las concentraciones de potasio encontrados en los cálculos urinarios de ácido úrico pueden tener su explicación en el carácter menos ácido que experimenta el ácido úrico en relación al ácido oxálico, a pH fisiológico, y el alto

valor del pKa del ácido úrico en relación al Pka del ácido oxálico. Esta condición le permite al ácido úrico estar menos ionizado que el ácido oxálico y en consecuencia tener más facilidad para establecer enlaces iónicos con cationes como el potasio (Sakhaee, 2014).

En torno a los resultados encontrados en el presente estudio y a los hallazgos en investigaciones internacionales sobre la participación de los iones sodio y potasio en la formación de cálculos renales, debe señalarse que se ha encontrado una asociación causal positiva entre la relación sodio-potasio en orina y los cálculos urinarios en el tracto urinario. La identificación oportuna de cambios en la composición de la orina y la regulación dietética de la ingesta de sodio y potasio podrían reducir en gran medida la incidencia de futuros cálculos urinarios (Xi *et al.*, 2023).

Las concentraciones de calcio analizadas en los cálculos urinarios de los pacientes que participaron en esta investigación no arrojaron diferencias significativas al ser evaluadas por el análisis de varianza simple. Sin embargo, este resultado no debe verse como un hecho poco común, todo lo contrario, le otorga más protagonismo a este catión divalente, en los procesos de filtración glomerular y consiguientes eventos de formación del compuesto oxalato de calcio y sus posteriores procesos de saturación, agregación y precipitación de esta sal en el tracto urinario de los pacientes antes mencionados. También resulta pertinente señalar que estos resultados ponen en evidencia que las concentraciones de calcio en estos tres tipos de concreciones renales son similares, lo que fortalece la discusión que este catión juega un papel preponderante en el proceso litogénico (Ramaswamy *et al.*, 2015).

Otro aspecto importante a destacar en esta tabla, es la mayor concentración de calcio presente en los cálculos de ácido úrico, lo que pone en evidencia que este compuesto precipita en forma pura en el tracto urinario originando concreciones urinarias únicas sin la participación significativa del calcio formando sal con el ácido úrico, pero si unido a la matriz orgánica por medio de posibles interacciones

electrostáticas entre los grupos COO' no ionizados con el ion divalente calcio (Velásquez *et al.*, 1996; Adomako y Moe., 2020; Díaz-Soler *et al.*, 2021).

Las mayores concentraciones de potasio observadas en los cálculos urinarios de ácido úrico, tienen su explicación en la unión que se establece entre este catión monovalente y el anión urato. Contrario a esto, se debe señalar la poca afinidad de este electrolito con el anión oxalato, lo que explica la baja concentración de potasio en los cálculos de oxalato y los cálculos mixtos de oxalato y ácido úrico (Betancourt *et al.*, 1998; Velásquez *et al.*, 1999).

Otras posibles explicaciones a estos hallazgos de potasio en las concreciones urinarias de ácido úrico, están relacionadas con un mayor consumo de sales potásicas en la dieta de estos individuos y con disminuciones de los procesos reabsortivos de potasio de estos pacientes, lo que conlleva a una saturación potásica de la orina de estos individuos (Cova *et al.*, 1998; Betancourt *et al.*, 1998; Castrillo, 1998).

CONCLUSIONES

Los iones potasio participan significativamente en los procesos de sobresaturación, precipitación, agregación y formación de los cálculos y se encuentran en mayor concentración en las concreciones renales de ácido úrico en el tracto urinario, mientras que los iones sodio y calcio se encuentran en las concreciones de oxalato de calcio, ácido úrico y mixtos sin diferencias significativas.

BIBLIOGRAFÍA

Adomako, E. y Moe, O. 2020. Uric acid and urate in urolithiasis: The innocent bystander, instigator, and perpetrator. *Semin. Nephrol.* 40(6): 564-573.

Arasa, M. 2008. Influencia del ejercicio físico intenso y prolongado sobre los principales parámetros bioquímicos relacionados con la nefrolitiasis. Tesis Postgrado, Universidad de Valencia, España.

Bacallao, A.; Mañalich, R.; Gutiérrez, F.Llerena, B. 2014. Ingestión de sodio en pacientes litiásicos y su relación con variables demográficas y nutricionales. *Rev. Cub. Med.*, 53(3): 300-309.

Banet, T. y Morineau, A. 1999. *Aprender de los datos: El análisis de componentes principales*. Editorial EUB. Barcelona. España.

Belmar, M. y Rey de Viñas. J. 1971. Temperatura corporal y catecolaminas. *Ann. Real Academia Farmac.*, 37 (2): 257-280.

Betancourt, J.; Cruces, P. y Velásquez, W. 1998. Concentraciones de sodio, potasio, cobre, manganeso y zinc en cálculos urinarios de oxalato, ácido úrico, fosfato y mixtos. *Act. Cient. Venezol.*, 48(2): 276.

Brito, V.; Rojas de Gascue, B.; Mago, J. M.; Velásquez, W. y Lezama, J. 2022. Cálculos urinarios: Importancia de los métodos de identificación química en la litogénesis, constitución y clasificación. *Acta Microsc.*, 31(1): 39-47.

Cai, T.; Cocci, A.; Coccarelli, F.; Ruggera, L.; Lanzafame, P.; Caciagli, P.; Malossini, G.; Crisci, A.; Trinchieri, A.; Perletti, G.; Carini, M.; Bonkat, G.; Bartoletti, R. y Bjerklund, T. 2021. Infectious complications after laser vaporization of urinary

stones during retrograde intrarenal surgery are not associated with spreading of bacteria into irrigation fluid but with previous use of fluoroquinolones. *Eur. Urol. Focus.*, 7(1): 190-197.

Cochran, W. 1985. *Técnicas de muestreo*. Editorial Continental. México.

Corrales, M.; Doizi, S.; Barghouthy, Y.; Traxer, O. y Daudon, M. 2021. Classification of stones according to Michel Daudon: A narrative review. *Eur. Urol. Focus.*, 7(1): 13-21.

Cova, A.; Velásquez, W. y Ugas, G. 1998. Variaciones iónicas en cálculos urinarios de oxalatos, ácido úrico, fosfato y mixtos. *Act. Cient. Venezol.* 48(2): 275.

Daudon, M.; Bader, C. y Jungers, P. 1993. Urinary calculi: review of classification methods and correlation with etiology. *S. & M.*, 7: 1081.

Díaz-Soler, F.; Rodríguez-Navarro, C.; Ruiz-Agudo, E. y Neira-Carrillo, A. 2021. Stabilization of calcium oxalate precursors during the pre- and post-nucleation stages with poly(acrylic acid). *Nanomaterials (Basel)*, 11(1): 235.

Durak, I.; Akpoyraz, M. y Sahin, A. 1001. Sodium, potassium and chloride concentrations in the inner nucleus and outer crust parts of urinary tract calculi. *Int. Urol. Nephrol.*, 23(3): 221-226.

Fleisch, H. 1978. Inhibitors and promoters of stones formation. *Kid. Int.*, 13: 361.

Garratt, D. 1960. Methods for destruction of organic matter. *Analyst.*, 85: 643-656.

Giebel, W. 1987. Sport in der praventio und therapie von harns einerkrankungen. *Sportmedizin. Z Ärztl Fortbild.* 81: 1261.

Grases, F.; Costa-Bauzá, A. y García-Ferragut, L. 1998. Biopathological crystallization: a general view about the mechanisms of renal stones formation. *Adv. Coll. Interf. Sci.*, 74(1): 169.

Gómez, R. y Milano, G. 2014. Electrolitos urinarios. *Rev. Lab. Clín.*, 1:1-4.

Grases, F.; Millan, A. y Conte, A. 1990 Production of calcium oxalate monohydrate, dehydrate or trihydrate. A comparative study. *Urol.*, 18: 17.

Guillén, R.; Pistilli N.; Ramírez, A. y Echagüe, G. 2008. Estudio morfológico de cálculos urinarios de pacientes que concurren al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud en el 2007. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*, 6(2): 12-17.

Hallson, P.; Rose, G. y Sulaiman, S. 1982. Urate does not influence the formation of calcium oxalate crystals in whole human urine at pH 5,3. *Clin. Sci.*, 62: 421.

Henry, J. 2007. El laboratorio en el diagnóstico clínico. Marbaán Librod, S.L. Madrid, España.

Herring, L. 1962. Observations on the analysis of ten thousand urinary calculi. *J. Urol.*, 88: 545.

Hesse, A.; Berg, W. y Bothor, C. 1979. Scanning electron microscopic investigation on the morphology and phase conversions of uroliths. *Int. Urol. Nephrol.*, 11: 11.

Hofbauer, J.; Steffan, I.; Höbarth, K.; Vujicic, G.; Schwetz, H.; Reich, G. y Zechner, O. 1991. Trace elements and urinary stone formation: new aspects of the pathological mechanism of urinary stone formation. *J. Urol.*, 145(1): 93-96.

Huang, Y.; Zhang, Y.; Chi, Z.; Huang, R.; Huang, H.; Liu, G.; Zhang, Y.; Yang, H.; Lin, J.; Yang, T. y Cao, S. 2020. The handling of oxalate in the body and the origin of oxalate in calcium oxalate stones. *Urol. Int.*, 104(3-4): 167-176.

Jenkins R. y Snyder R. 1996. *Introduction to X ray poder diffractometry*. Wiley-Interscience Pub., New York, USA.

Kamel, K.; Cheema-Dhadli, S. y Halperin, M. 2002. Studies on the pathophysiology of the low urine pH in patients with uric acid stones. *Kidney Int.*, 61(3): 988-994.

Khan, S.; Pearle, M.; Robertson, W.; Gambaro, G.; Canales, B.; Doizi, S.; Traxer, O. y Tiselius, H. 2016. Kidney stones. *Nat. Rev. Dis. Primers.*, 2: 16008.

Kolupayev, S.; Lesovoy, V.; Bereznyak, E.; Andonieva, N. y Shchukin, D. 2021. Structure types of kidney stones and their susceptibility to shock wave fragmentation. *Acta Inform. Med.*, 29(1): 26-31.

Lerner, S.; Gleeson, M. y Griffith, D. 1989. Infection stones. *J. Urol.*, 141: 753.

Leusmann, D. 1991. A classification of urinary calculi with respect to their composition and micromorphology. *Scand. J. Urol.*, 25: 141.

Liu, M.; Wu, J.; Gao, M.; Li, Y.; Xia, W.; Zhang, Y.; Chen, J.; Chen, Z.; Zhu, Z. y Chen, H 2023. Lifestyle factors, serum parameters, metabolic comorbidities, and the risk of kidney stones: a Mendelian randomization study. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 14: 1240171.

Ma, Q.; Fang, L.; Su, R.; Ma L.; Xie, G. y Cheng, Y. 2018. Uric acid stones, clinical manifestations and therapeutic considerations. *Postgrad Med. J.*, 94(11): 458-462.

Matsuzaki, S.; Matsushita, K.; Tanikawa, K.; Masuda, A. y Matsunaga, J. 1995. Sequential analysis of recurrent calcium calculi by infrared spectroscopy. *Int. J. Urol.*, 2(4):235-237.

Muñoz, J. 2004. Litiasis renal oxalocálcica: avances en la comprensión de su etiología y mejoras en la metodología analítica para su estudio. Tesis de Postgrado, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Murphy, B. y Pyrah, L. 1962. The composition, structure and mechanisms of the formation of urinary calculi. *Brit. J. Urol.*, 34: 129.

Pieras, E. 2004. Litiasis de oxalato cálcico monohidrato papilar y de cavidad: estudio comparativo de factores etiológicos. Tesis Doctoral, Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca.

Prien, E. y Frondel, C. 1947. Studies in urolithiasis: I. The composition of urinary calculi. *J. Urol.*, 57: 949.

Ramaswamy, K.; Killilea, D.; Kapahi, P.; Kahn, A.; Chi, T. y Stoller, M. 2015. The elementome of calcium-based urinary stones and its role in urolithiasis. *Nat. Rev. Urol.*, 12(10): 543-557.

Robertson, W.; Peacock, M. y Nordin B. 1968. Activity products in stone-forming and non-stone forming urine. *Clin. Sci.*, 34: 579.

Sakhaee, K. 2014. Epidemiology and clinical pathophysiology of uric acid kidney stones. *J Nephrol.*, 27(3): 241-245.

Sánchez, R.; Navarro, P.; Troncoso, M.; López, C. y Salvadó JA. 2021. Chemical composition analysis of 649 urinary stones. *Rev. Med. Chil.*, 149(8): 1129-1133.

Schneider, H. y Berg, W. 1985. Morphology of urinary tract concretions. En: *Urolithiasis: etiology, diagnosis handbook of urology*. Editorial Springer-Verlag. New York. USA.

Sivaguru, M.; Saw, J.; Wilson, E.; Lieske, J.; Krambeck, A.; Williams, J.; Romero, M.; Fouke, K.; Curtis, M.; Kear-Scott, J.; Chia, N. y Fouke, B. 2021. Human kidney stones: a natural record of universal biomineralization. *Nat. Rev. Urol.*, 18(7): 404-432.

Skirtic, D.; Furedi-Milhofer, H. y Markovic, M. 1987. Precipitation of calcium oxalates from high ionic strength solution. V. The influence of precipitation condition and some additives on the nucleating phase. *J. Crystal Growth*, 80: 113.

Sokal, R. y Rohlf, F. 1979. Biometría. *Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. H. Blume Ediciones. EE.UU.

Velásquez, W.; Belmar, M.; Ugas, G. y Zabala, F. 1996. Composición química de los cálculos en los pacientes urolitiásicos. *Act. Cient. Venezol.* 46(1): 161.

Wu, J.; Yang, Z.; Wei, J.; Zeng, C.; Wang, Y. y Yang, T. 2020. Association between serum magnesium and the prevalence of kidney stones: A cross-sectional study. *Biol. Trace Elem. Res.*, 195(1): 20-26.

Xi, Y.; Liu, X.; Wang, S.; Wang, W. y Guo, Q. Wang J. 2023. Causal association of genetically predicted urinary sodium-potassium ratio and upper urinary calculi. *Urolithiasis*, 51(1): 63.

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	Variaciones iónicas en concreciones urinarias de pacientes urolitiásicos de la ciudad de Cumaná, estado Sucre
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código ORCID / e-mail	
Gutiérrez Milano Leonela de los Ángeles	ORCID	
	e-mail	leonelamilano16@gmail.com
	e-mail	
Velásquez Figueroa Vanessa Virginia	ORCID	
	e-mail	vanessavvf0201@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

urolitiasis
electrolitos
factores dietéticos
mecanismos homeostáticos

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Área o Línea de investigación:

Área	Subáreas
Ciencias	Bioanálisis
Línea de Investigación:	

Resumen (abstract):

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar las diferencias en las concentraciones iónicas en concreciones urinarias provenientes de pacientes de la consulta de Urología del hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” de la ciudad de Cumaná, estado Sucre para ello se analizaron 14 cálculos urinarios expulsados espontáneamente o extraídos quirúrgicamente. A cada uno de los cálculos, se le produjo un proceso de digestión con ácidos nítrico y perclórico en una relación 5:1 a una temperatura de 150°C. Luego, se midieron las concentraciones de los iones sodio, potasio y calcio (por fotometría de llama). La identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios se realizó por la técnica de difracción de rayos X, y de acuerdo a su composición se clasificaron como cálculos de: ácido úrico, oxalato de calcio, mixtos (oxalato más ácido úrico). Se aplicó la prueba estadística Anova simple con el propósito de establecer las diferencias significativas en las concentraciones iónicas de los diferentes tipos de cálculos urinarios, y se obtuvo diferencias altamente significativas en las concentraciones de los iones potasio. Estos resultados permiten señalar que los iones potasio participan significativamente en los procesos de sobresaturación, precipitación, agregación y formación de los cálculos y se encuentran en mayor concentración en las concreciones renales de ácido úrico en el tracto urinario, mientras que los iones sodio y calcio se encuentran en las concreciones de oxalato, ácido úrico y mixtos sin diferencias significativas.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código ORCID / e-mail										
Velásquez William	ROL										
		CA		AS	X	TU		JU			
	ORCID										
	e-mail	wjvelasquezs@gmail.com									
	e-mail										
Vargas América	ROL										
		CA		AS	X	TU		JU			
	ORCID										
	e-mail	americabelen2@gmail.com									
	e-mail										
Arandia Carlos	ROL										
		CA		AS		TU		JU	X		
	ORCID										
	e-mail	arandiacarlos34@gmail.com									
	e-mail										
Medina José	ROL										
		CA		AS		TU		JU	X		
	ORCID										
	e-mail	jmedinaarenas@gmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2025	02	25
------	----	----

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s): Tesis de trabajo de grado de las autoras Leonela de los Ángeles Gutiérrez Milano y Vanessa Virginia Velásquez Figueroa del núcleo de Sucre en el año 2025.

Nombre de archivo
NSUTTG_GMLD2025

Alcance:

Espacial: UNIVERSAL

Temporal: INTEMPORAL

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciado (a) en Bioanálisis

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciatura

Área de Estudio: Bioanálisis

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU Nº 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC Nº 696/2009"**.

Letido el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNPEL
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

FIRMA DE AUTORES



LEONELA GUTIÉRREZ

AUTOR



VANESSA VELÁSQUEZ

AUTOR

FIRMA DEL ASESOR



PROF. WILLIAM VELÁSQUEZ