

# Desempeño del analizador de orinas Laura XL-Erba Mannheim en comparación con el iRICELL-Beckman Coulter en una población general

► Hugo Guillermo Martín<sup>1\*</sup>, Virginia Pilar Fernández<sup>2</sup>,  
Andrea Gisel del Milagro Kiener<sup>2</sup>, Rafael Francisco de Elías Boque<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bioquímico. Especialista en Química Clínica con orientación en Nefrología y Medio Interno.

<sup>2</sup> Bioquímica/o.

Laboratorio de Análisis Clínicos Dres. de Elías y Kiener S.R.L. Laboratorio Central, Sanatorio Allende, Obispo Oro 42, Nueva Córdoba, Córdoba, Argentina.

\* Autor para correspondencia.

## Resumen

Los objetivos del trabajo fueron evaluar el desempeño del analizador de orinas Laura XL<sup>®</sup> Erba Mannheim, por comparación con el analizador iRICELL<sup>®</sup> Beckman Coulter y valorar la determinación de proteínas urinarias semicuantitativas como tamizaje en su estudio, con el establecimiento de un punto de corte para su cuantificación. Se emplearon 225 muestras de orina procesadas en simultáneo. Se evaluó pH, densidad, turbidez, color, hemoglobina, glucosa, cetonas, nitritos, proteínas, número de tiras reactivas positivas; células epiteliales, leucocitos, hematíes y criterio de normalidad del sedimento por microscopía. Se cuantificaron las proteínas urinarias positivas por tiras en un Modular COBAS<sup>®</sup> 8000 (Hitachi-Roche). Se empleó el coeficiente de concordancia *Kappa* de Cohen (*k*) y el índice de correlación de Spearman. Se obtuvo escasa concordancia en turbidez (*k*=0,334), buena concordancia en color (*k*=0,681), hemoglobina (*k*=0,620), glucosa (*k*=0,677), cetonas (*k*=0,768), nitritos (*k*=0,827), tiras reactivas positivas (*k*=0,620), células epiteliales (*k*=0,783), leucocitos (*k*=0,745) y hematíes (*k*=0,609); muy buena concordancia en proteínas (*k*=0,842) y criterio de normalidad del sedimento (*k*=1,000). Correlación estadísticamente significativa en pH (*r*=0,8064; *p*<0,0001), densidad (*r*=1,000; *p*<0,0001) y proteína urinaria (*r*<sub>s</sub>=0,9157; *p*<0,0001) comparada con COBAS<sup>®</sup> 8000. Se concluyó un desempeño satisfactorio de Laura XL<sup>®</sup>; se muestra un rendimiento acorde a las necesidades y normativas de este laboratorio y se avala su utilidad como *test* de tamizaje para la valoración de proteínas urinarias. Se estableció, además, la cuantificación de orinas que presentaron 1+ o más por tira en Laura XL<sup>®</sup>. Se consideró realizar mejoras en el *software*.

**Palabras clave:** Estudio de orina completa; Analizador de orina; Comparación de métodos; Proteinuria; Analizador Laura XL; Analizador iRICELL

*Performance of the Laura XL urine analyzer-Erba Mannheim in comparison with IRISCell-Beckman Coulter in a general population*

## Abstract

*The objectives of this work were to evaluate the performance of the Laura XL<sup>®</sup> Erba Mannheim urine analyzer, in comparison with the iRICELL<sup>®</sup> Beckman Coulter analyzer, and to assess the determination of semiquantitative urinary*

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957 (impresa)

ISSN 1851-6114 (en línea)

ISSN 1852-396X (CD-ROM)

protein as screening in its study, establishing a cut-off point for its quantification. A total of 225 urine samples were simultaneously processed. pH, density, turbidity, colour, hemoglobin, glucose, ketones, nitrites, proteins, and number of positive reactive strips were evaluated; and epithelial cells, leukocytes, red blood cells and criteria for normality of the sediment were evaluated by microscopy. Positive urinary proteins per strip were quantified on a Modular COBAS® 8000 (Hitachi-Roche). Cohen's Kappa concordance coefficient ( $k$ ) and Spearman's correlation index were used. Little agreement was obtained in turbidity ( $k=0.334$ ), good agreement in colour ( $k=0.681$ ), hemoglobin ( $k=0.620$ ), glucose ( $k=0.677$ ), ketones ( $k=0.768$ ), nitrites ( $k=0.827$ ), positive test strips ( $k=0.620$ ), epithelial cells ( $k=0.783$ ), leukocytes ( $k=0.745$ ) and red blood cells ( $k=0.609$ ); very good agreement for proteins ( $k=0.842$ ) and sediment normality criteria ( $k=1,000$ ). Statistically significant correlation in pH ( $r=0.8064$ ;  $p<0.0001$ ), density ( $r=1.000$ ;  $p<0.0001$ ), urinary protein ( $r_s=0.9157$ ;  $p<0.0001$ ) compared with COBAS® 8000. A satisfactory performance of Laura XL® was concluded, showing a performance consistent with the needs and regulations of this institution, and its usefulness is endorsed as a screening test for the assessment of urinary proteins, establishing the quantification of urines that present 1+ or more per strip in Laura XL®. Software improvements are considered.

**Keywords:** Complete urine study; Urinalysis; Urine analyzer; Comparison of methods; Proteinuria; Laura XL analyzer; iRICELL analyzer

## Desempenho do analisador de urina Laura XL-Erba Mannheim em comparação com iRICELL-Beckman Coulter em uma população geral

### Resumo

Os objetivos do trabalho foram avaliar o desempenho do analisador de urina Laura XL® Erba Mannheim, em comparação com o analisador iRICELL® Beckman Coulter, e avaliar a determinação de proteínas urinárias semiquantitativa como triagem em seu estudo, estabelecendo um ponto de corte para sua quantificação. Foram utilizadas 225 amostras de urina processadas simultaneamente. Foram avaliados pH, densidade, turbidez, cor, hemoglobina, glicose, cetonas, nitritos, proteínas, número de testes reativos positivos; células epiteliais, leucócitos, hemácias e critérios de normalidade do sedimento à microscopia. As proteínas urinárias positivas por teste foram quantificadas em um Modular COBAS® 8000 (Hitachi-Roche). Foram utilizados o coeficiente de concordância Kappa de Cohen ( $k$ ) e o índice de correlação de Spearman. Escassa concordância foi obtida em turbidez ( $k=0,334$ ), boa concordância em cor ( $k=0,681$ ), hemoglobina ( $k=0,620$ ), glicose ( $k=0,677$ ), cetonas ( $k=0,768$ ), nitritos ( $k=0,827$ ), testes reativos positivos ( $k=0,620$ ), células epiteliais ( $k=0,783$ ), leucócitos ( $k=0,745$ ) e hemácias ( $k=0,609$ ); concordância muito boa para proteínas ( $k=0,842$ ) e critérios de normalidade do sedimento ( $k=1,000$ ). Correlação estatisticamente significativa em pH ( $r=0,8064$   $p<0,0001$ ), densidade ( $r=1,000$   $p<0,0001$ ), proteína urinária ( $r_s=0,9157$   $p<0,0001$ ) em comparação com COBAS® 8000. A conclusão é um desempenho satisfatório de Laura XL®, mostrando um rendimento consistente com as necessidades e normas deste laboratório e sua utilidade é endossada como teste de triagem para avaliação de proteínas urinárias, estabelecendo também a quantificação de urinas que apresentaram 1+ ou mais por teste em Laura XL®. Melhorias no software são consideradas.

**Palavras-chave:** Estudo completo de urina; Urinálise; Analisador de urina; Comparação de métodos; Proteinúria; Analisador Laura XL; Analisador iRICELL

## Introducción

El análisis de orina completa es una parte esencial entre los exámenes de rutina en los laboratorios de análisis clínicos, establecida como la tercera prueba realizada con mayor frecuencia en los mismos (1) (2). En la actualidad, se considera una “técnica de pesquisa” (indispensable en la valoración de la salud del riñón) (3) (4) (5), que se usa como examen médico de fácil acceso a la muestra (6) y apropiada para la detección, el diagnóstico y el seguimiento de trastornos renales, de las vías urinarias y de algunas alteraciones metabólicas (7) (8) (9).

Los analizadores de orina han logrado un mayor rendimiento y una adecuada estandarización del estudio (10) y han mejorado la exactitud y la precisión del mismo. En comparación con la técnica manual, esta tecnología ha mostrado una buena *performance* y concordancia, en particular con la microscopía, para detectar glóbulos rojos, glóbulos blancos, bacterias y células epiteliales escamosas (11) (12) y mostró una mayor variabilidad de los resultados de las tiras de orina, probablemente debido a los falsos positivos o negativos propios de las mismas. Esta tecnología se vuelve menos confiable para detectar otros elementos formes como células epiteliales no escamosas, cilindros no hialinos,

cristales inusuales y lípidos (9) (13) (14) (15), lo que hace recordar que la microscopía manual es necesaria para confirmar algunas estructuras formes de la orina (16) (17) (18).

No menos importante es el análisis químico de la orina, donde diversos grupos que trabajan sobre enfermedad renal crónica (ERC), enfermedad cardíaca e hipertensión resaltan la problemática de carácter mundial de la proteinuria, en su rol de marcador sensible de disfunción renal progresiva y factor de riesgo independiente de la morbimortalidad cardiovascular (CV) (19). Es así que se ha propuesto en guías y consensos el uso de la tira de orina como el *test* de tamizaje de elección para el hallazgo de proteinuria en la valoración de la misma, la búsqueda del paciente con ERC (20) y la estratificación del daño cardiovascular, donde se estableció que proteinurias ( $\geq 1+$ ; una cruz o más) por tira reactiva de orina fueran juzgadas con decisión clínica (21) y propusieron que las mismas se confirmen cuantitativamente por relación proteína/creatinina urinaria (Pr/Cr) en muestras aisladas (22).

En 2019, Erba Lachema s.r.o. lanzó al mercado “Laura-XL<sup>®</sup> - Erba Mannheim” (República Checa y Eslovaquia), una plataforma automatizada para el análisis de orina que permite evaluar las tres etapas que constituyen el estudio de orina completa (estudio físico, químico y microscópico).

En este trabajo se propone como objetivos: evaluar el desempeño de Laura XL<sup>®</sup> Erba-Mannheim por comparación con el analizador de orina iRICELL<sup>®</sup> - Beckman Coulter (Chatsworth, CA, EE.UU.), plataforma evaluada en su desempeño por diversos autores, entre los cuales se incluyen los del presente trabajo y, como segundo objetivo, evaluar la aplicación de la determinación de proteinuria en este analizador como *test* de tamizaje en la valoración de la misma en una población general, por correlación entre los valores semicuantitativos establecidos por las tiras DEKA PHAN<sup>®</sup> (Laura XL<sup>®</sup>) y los cuantitativos logrados a partir del analizador de química Hitachi Modular Cobas<sup>®</sup> 8000 (Roche) y establecer a la vez, la concentración de proteínas urinarias expresadas en cruces en Laura XL<sup>®</sup> (técnica semicuantitativa), a partir de la cual se debería emplear una técnica cuantitativa para incrementar la sensibilidad en la medición de proteínas urinarias en rangos de decisión médica.

## Materiales y Métodos

### Diseño del estudio

Estudio retrospectivo analítico realizado en una única institución de la ciudad de Córdoba, en el Laboratorio Central del Sanatorio Allende, sucursal Nueva Córdoba, Córdoba, Argentina.

### Muestras

Se analizaron 225 muestras de orina en fresco de pacientes ambulatorios, internados y del servicio de guardia de dicha institución, de ambos sexos y sin restricción de edad. Las muestras fueron recolectadas en recipientes estériles descartables, sin conservantes, y obtenidas a diferentes horas del día. Se tomaron como criterios de inclusión que las mismas fuesen obtenidas con al menos dos horas de retención, tuvieran un volumen  $\geq 20$  mL de muestra y que fueran procesadas antes de cumplida la primera hora de su recolección. Las muestras incluidas se alicuotaron por duplicado en tubos de ensayo cónicos con un volumen de 8 mL y se procesaron en simultáneo por ambos analizadores de orina, designando los resultados como “Laura XL” e “IRIS” respectivamente.

### Parámetros evaluados

En cada instrumento se realizó el análisis físico, químico y microscópico de las muestras. Se establecieron para su evaluación los siguientes parámetros: pH, turbidez, color, proteínas, hemoglobina, glucosa, nitritos y número de tiras con alguna reacción positiva (proteína, glucosa, nitritos, hemoglobina y cetonas). Para la valoración microscópica se evaluó la presencia de: células epiteliales, leucocitos, hematíes y el criterio de normalidad del sedimento. Para este último se definieron los grupos: “Orina Normal” y “Orina Activa”. Se consideró como orina activa a toda muestra que tuviera un sedimento patológico, es decir, aquel que presentara leucocituria y/o hematuria fuera de los valores de referencia, cilindros patológicos, piocitos o que su evaluación quedara excluida del criterio de orina normal.

En forma paralela, se cuantificó la concentración de proteínas en un Modular COBAS<sup>®</sup> 8000 (Hitachi-Roche) de las muestras que presentaron reacción positiva para las mismas en tiras de orinas DEKA PHAN<sup>®</sup> en Laura XL<sup>®</sup>.

### Instrumentos y ensayos

Se emplearon dos analizadores de orina: Laura XL<sup>®</sup> - Erba Mannheim (Erba Lachema s.r.o, República Checa y Eslovaquia) constituidos por dos módulos en un solo bloque. Se controló diariamente con un control interno BIO-RAD LiquiCHECK<sup>™</sup> Urinalysis Control, nivel 1 y 2. En el módulo de química se evaluaron semicuantitativamente los analitos de orina mediante tiras reactivas DEKA PHAN<sup>®</sup>-10 parámetros (densidad, pH, leucocitos, nitritos, hemoglobina, proteínas, glucosa, cetonas, bilirrubina y urobilinógeno). La evaluación de los resultados de la tira se ejecuta por análisis del cambio de color de las imágenes en cada almohadilla de la tira; cada color se procesa mediante un algoritmo in-

tgrado y se calcula en consecuencia el resultado final. En la cámara de color/turbidez, el primero se determina por un sensor de color y turbidez por dispersión de la luz. En el módulo de microscopía se llena una cubeta de sedimentación donde la muestra se deja 6,5 minutos para tal fin, posteriormente se realiza la captura de 15 imágenes para su examen. La apreciación del sedimento se realiza por reconocimiento, clasificación y cuantificación de los elementos formes presentes (tecnología de inteligencia artificial) empleando como unidad de conteo el factor Hpf (*high-power field* o campo de alto poder) volumen equivalente, utilizado para ajustar los recuentos de elementos formes de menor tamaño obtenidos en la microscopía automatizada en Laura XL® (resultado del recuento=recuento/ $\mu\text{L}$  del elemento forme x factor Hpf donde Hpf=0,18) con respecto a la técnica de microscopía manual estandarizada. El valor de 0,18 (provisto por el fabricante) corresponde a la técnica manual estandarizada que emplea un volumen de muestra de orina a procesar de 10 mL, volumen de sedimento de 0,5 mL, gota de muestra después de centrifugada, para visualización al microscopio, de 10-15  $\mu\text{L}$  y tamaño de cubreobjetos de 18x18 mm.

En la técnica automatizada de Laura XL la medición de proteína urinaria fue realizada por tiras reactivas DEKA PHAN® (técnica semicuantitativa). Se informó con la siguiente escala (Escala n°2 de las disponibles por el *software*): proteinuria 0,15 g/L, 0,3 g/L, 1 g/L, 3 g/L y 20 g/L (equivalentes a trazas, 1+, 2+, 3+ y 4+ respectivamente).

La segunda plataforma fue un iRICELL® - Beckman Coulter (IRIS Diagnostic -Chatsworth, CA, EE.UU.) constituida por un módulo de química “iChem®-VELOCITY” y un módulo de microscopía iQ® 200-ELITE, ambos controlados con sus respectivos controles internos: IRISpec™ CA/CB/CC e iQ-Control/Focus Set. El módulo de química evalúa la tira de orina por reflectancia a tres longitudes de onda (LED nominales a 472 nm, 525 nm y 630 nm +/- 2 nm), la densidad lo hace por índice de refracción utilizando un refractómetro Atago; el color por sensor y la turbidez de la muestra se determina por dispersión de la luz. El segundo módulo, iQ® 200-ELITE realiza el diagnóstico por imagen por medio de flujo laminar con técnica *Digital Flow Morphology* y el *software Auto-Particle Recognition (APR)*, clasificando y cuantificando las imágenes en categorías preestablecidas.

En ninguno de los analizadores se realiza el centrifugado de las muestras y se empleó una celda de decantación en Laura XL® y una celda de flujo laminar en iRICELL®.

La cuantificación de las proteínas urinarias se realizó en un analizador de química Modular COBAS® 8000 - Hitachi (Hitachi High-Tecnologies Corporation. Tokio, Japón) por el método turbidimétrico TPU-3.

## Métodos estadísticos

Se emplearon los programas estadísticos MedCalc v10.2 (versión demo) y GraphPad InStat v3.01 (versión demo). Para el análisis de concordancia de variables categóricas se empleó el índice de concordancia *Kappa* de Cohen (k). Variables analizadas: turbidez, color, nitritos, hemoglobina, cetonas, proteínas, glucosa, tiras reactivas positivas, células epiteliales, leucocitos, hematíes y criterio de normalidad. Se consideraron los siguientes valores de k para su interpretación: >0,20 pobre concordancia, 0,21-0,40 escasa concordancia, 0,40-0,60 moderada concordancia, 0,61-0,80 buena concordancia y 0,81-1,00 muy buena concordancia. Para el análisis de correlación lineal, entre variables numéricas, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, se evaluó: pH, densidad, glucosuria y proteinuria. Para establecer la exactitud diagnóstica del valor de corte para proteinuria, se realizó una curva ROC, se consideró la cuantificación de proteínas urinarias por COBAS® 8000 como referencia, tomando como criterio de clasificación un valor >0,30 g/L, se cotejó contra la escala en cruces de las tiras reactivas DEKA PHAN®. Se consideró un  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo.

## Resultados

Los resultados de la comparación de Laura XL® vs. iRICELL® se muestran en la Tabla I. Se observó una escasa concordancia en la determinación de turbidez, buena concordancia en las determinaciones de color,

Tabla I. Resultados obtenidos de la comparación de analizadores Laura XL® vs. iRICELL®

A	Determinación	Kappa ( $\kappa$ )	Spearman ( $\rho$ )
	Proteínas	0,817	
	Glucosa	0,677	
	Cetonas	0,768	
	Nitritos	0,827	
	Hemoglobina	0,620	
	Color	0,681	
	Aspecto/turbidez	0,344	
	Tiras reactivas	0,620	
	pH		$r_s=0,860$ $p < 0,0001$
	Densidad		$r_s=1,000$ $p < 0,0001$

B	Determinación	Kappa ( $\kappa$ )	
	Células epiteliales planas	0,783	Factor Hpf: 0,18
	Leucocitos U	0,745	
	Hematíes U	0,609	
	Criterio normal/activa	1,000	

A. La tabla muestra los resultados de concordancia y correlación obtenidos en los parámetros físicos y químicos evaluados entre ambos analizadores de orina.

B. Muestra los resultados de concordancia y correlación en los parámetros de microscopía evaluados, utilizando el factor Hpf volumen equivalente en Laura XL provisto por el fabricante (Hpf: 0,18).

cetonas, hemoglobina, glucosa, células epiteliales, leucocitos, hematíes y número total de tiras con reacción positiva para los analitos antes descritos y muy buena concordancia para proteínas, nitritos y criterio de normalidad. También se observó una correlación estadísticamente significativa para pH y densidad. En el caso de la proteinuria, en la comparación entre Laura XL® vs. Cobas® 8000 (técnica semicuantitativa vs.

cuantitativa) se obtuvo una alta significancia estadística ( $r_s=0,916$ ;  $p\leq 0,0001$ ) (Fig. 1). Por curva ROC se determinó que la mayor exactitud diagnóstica correspondió a una concentración  $>0,15$  g/L con una sensibilidad del 100% (IC95%=96,4-100%) y una especificidad del 62,5% (IC95%=49,5-74,3%) (Fig. 2); dicha concentración equivale a orinas con 1+ o más de proteínas urinarias establecida por tira reactiva DEKA PHAN® en Laura XL®.

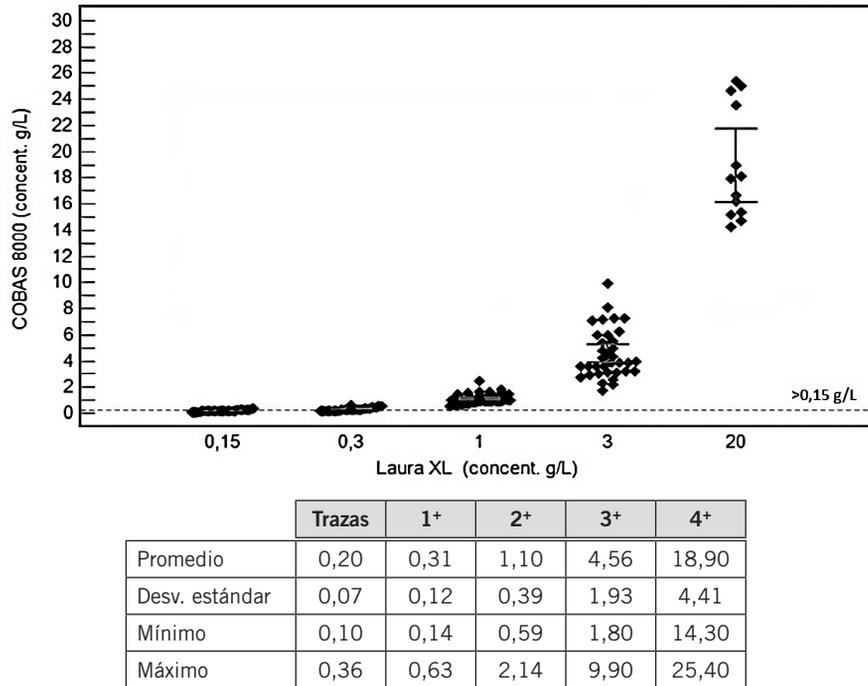


Figura 1. Proteinuria Laura XL® vs. Cobas® 8000. La figura muestra la correlación en la determinación de proteinuria entre ambas técnicas, semicuantitativa) y COBAS® 8000 (cuantitativa).

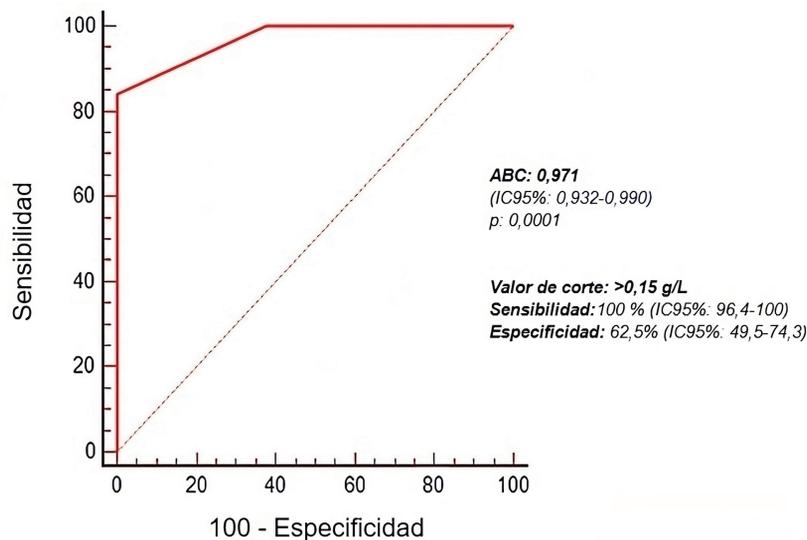


Figura 2. Curva ROC para la cuantificación de proteínas urinarias.

## Discusión y Conclusiones

Enfatizando en los resultados considerados de relevancia clínica (glucosuria, hemoglobina, nitritos, cetonas, proteinuria y criterio de normalidad), se fundamenta un adecuado desempeño de Laura XL® en esta institución, que mostró además una buena aceptación entre los profesionales; esto en gran parte fue posible por la experiencia previa en el uso e interpretación de analizadores de orina.

Se considera la necesidad de modificaciones en el *software* que permitan ajustar rangos de lectura como el de claridad/turbidez, que podrían ser aplicados como futuras actualizaciones del mismo.

En el caso de la turbidez, determinación en la cual se obtuvo la mayor discordancia, se encontró que Laura XL® presentaba una escala con valores de corte elevados, lo que hacía que algunas muestras ligeramente turbias fueran clasificadas como límpidas. Este fue el motivo causal de la discordancia hallada en nuestros resultados; no obstante, esta determinación es fácilmente corroborable en forma visual directa o por microscopía. Al evaluar el criterio de normalidad por microscopía, los resultados fueron certeros en relación a iRICELL®, ya que mostraron que el 100% de los sedimentos con clasificación de activo/patológico establecidos por este último, fueron igualmente determinados por Laura XL®.

En la determinación de proteinuria, se establece en el presente trabajo que a partir de la presencia de 1+ determinada por tiras DEKA PHAN® en Laura XL se debería cuantificar, dado que es un valor indicativo de confirmación por un método cuantitativo.

Las limitaciones en este trabajo fueron el bajo número de muestras patológicas que se analizaron, hecho inherente a una población general de pacientes. Se entiende que estos analizadores están pensados para ser usados como *test* de pesquisa, y que pierden rendimiento y confiabilidad en poblaciones con patologías específicas, como los pacientes renales, evento ya descrito por Chandrashekar *et al.* (15), quienes mostraron que los parámetros del análisis de orina automatizado son pobres predictores de lesión renal aguda y no encontraron acuerdo con la microscopía manual. Otra limitación podría ser el valor del “factor Hpf” en el conteo de los elementos formes del sedimento urinario, aunque adecuar el mismo modificaría los resultados de la comparación e interpretación del análisis de la microscopía de orina.

Sería apropiado, que con el correr del tiempo, más usuarios puedan compartir sus prácticas en el uso de este analizador de orina.

En base a los resultados obtenidos en el tiempo de uso transcurrido y teniendo en cuenta las determinaciones con relevancia de decisión clínica que fueron consideradas, se concluye que el desempeño del autoanalizador de orinas Laura XL® - Erba Mannheim fue

satisfactorio, ya que mostró un rendimiento acorde a las necesidades y normativas de esta institución.

Con respecto a la determinación de proteínas urinarias, al obtener una correlación con alta significación estadística para una técnica cuantitativa, se avaló su utilización como *test* de tamizaje para la valoración y estudio de las mismas. En este trabajo se propone realizar la cuantificación de las muestras que presenten 1+ o más de proteínas urinarias determinadas por tiras DEKA PHAN® en Laura XL®.

## Agradecimientos

Los autores agradecen con gran afecto al Dr. Sergio L. Grutadauria, al Dr. Ricardo D. Guglielmone y a la Dra. Silvia I. Barzón por sus incondicionales apoyos y colaboraciones otorgadas.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses respecto del presente trabajo.

## Fuentes de financiación

Este trabajo fue financiado con fondos privados del Laboratorio de análisis Dres. de Elías y Kiener S.R.L. - Laboratorio central Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina.

## Correspondencia

Bioq. HUGO GUILLERMO MARTÍN  
Laboratorio Central, Sanatorio Allende, Sucursal Nueva Córdoba. Obispo Oro 42, 7° piso, Nueva Córdoba, Córdoba (CP 5000), Argentina.  
Correo electrónico: hguillermomartin@gmail.com

## Referencias bibliográficas

1. Zaman Z. Automated urine screening devices make urine sediment microscopy in diagnostic laboratories economically viable. *Clin Chem Lab Med* 2015; 53 (Suppl 2): s1509-11.
2. Bargoutya M, Kumar L, Das P, Kachhap P, Sachdeva V, Monika K. Evaluation of advantages of multiple parameters of an automated urine analyzer in clinical practice. *Ann Clin Cytol Pathol* 2018; 4 (5): 1110-5.
3. Martín HG, de Elías RF, Cocsia AC, de Elías R, Kiener OI. Automatización del estudio de orina completa: comparación con método manual. *BIOQUINFORMA DIGITAL* 2017. Disponible en: <https://cobico.com.ar/wpcontent/archivos/2017/09> (fecha de acceso: 1 de julio de 2023).
4. Kurup R, Leich M. Comparison of urine analysis using manual and sedimentation methods. *West Indian Med J* 2012; 61 (3): 240-4.
5. Oyaert M, Delanghe J. Progress in automated urinalysis. *Ann Lab Med* 2019; 39: 1-15.

6. Delanghe J, Speeckaert M. Preanalytical requirements of urinalysis. *Biochem Med (Zagreb)* 2014; 24: 89-104.
7. Wah DT, Wises PK, Butch AW. Analytic performance of the IQ200 automated urine microscopy analyzer and comparison with manual counts using Fuchs-Rosenthal cell chambers. *Am J Clin Pathol* 2005; 123: 290-6.
8. Shayanfar N, Tobler U, von Eckardstein A, Bestmann K. Automated urinalysis: first experiences and a comparison between the Iris iQ200 urine microscopy system, the Sysmex UF-100 flow cytometer and manual microscopic particle counting. *Clin Chem Lab Med* 2007; 45 (9): 1251-6.
9. Zaman Z, Fogazzi GB, Garigali G, Croci MD, Bayer G, Kránicz T. Urine sediment analysis: analytical and diagnostic performance of sediMAX® - a new automated microscopy image-based urine sediment analyser. *Clin Chim Acta* 2010; 411 (3-4): 147-54.
10. Ahmed AI, Baz H, Lotfy S. Urinalysis: the automated versus manual techniques; is it time to change? *Clin Lab* 2016; 62 (1-2): 49-56.
11. Becker GJ, Garigali G, Fogazzi GB. Advances in urine microscopy. *Am J Kidney Dis* 2016; 67: 954-64.
12. Gautam K, Pyakurel D. Automated urinalysis: first experiences and comparison of automated urinalysis system and manual microscopy. *J Pathol Nepal* 2014; 4: 576-9.
13. Akin OK, Serdar MA, Cizmeci Z, Genc O, Aydin S. Comparison of LabUMat-with-UriSed and iQ200 fully automatic urine microscopic examination for urinalysis automated urine analyzers and manual urinalysis. *Bio-technol Appl Biochem* 2009; 53: 139-44.
14. İnce FD, Ellidağ HY, Koseoğlu M, Şimşek N, Yalçın H, Zengin MO. The comparison of automated urine analyzers with manual microscopic examination for urinalysis automated urine analyzers and manual urinalysis. *Pract Lab Med* 2016; 11 (5): 14-20.
15. Chandrashekar V, Tarigopula A, Prabhakar V. How reliable is automated urinalysis in acute kidney injury? *Lab Med* 2021 Mar 15; 52 (2): e30-38.
16. Shayanfar N, Tobler U, Eckardstein A, Bestmann L. Automated urinalysis: first experiences and a comparison between the Iris iQ200 urine microscopy system, the Sysmex UF-100 flow cytometer and manual microscopic particle counting. *Clin Chem Lab Med* 2007; 45 (9): 1251-6.
17. Cavanaugh C, Perazella MA. Urine sediment examination in the diagnosis and management of kidney disease: core curriculum 2019. *AJKD* 2019; 73 (2): 258-72.
18. Becker GJ, Garigali G, Fogazzi GB. Advances in urine microscopy. *Am J Kidney Dis* 2016; 67 (6): 954-64.
19. Bello AK, Hemmelgarn B, Lloyd A, James MT, Manns BJ, Klarenbach S, *et al.* Associations among estimated glomerular filtration rate, proteinuria, and adverse cardiovascular outcomes. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011; 6 (6): 1418-26.
20. Alegre JR, Alles A, Angerosa M, Bianchi ME, Dorado E, Etchegoyen MC, *et al.* Documento de consenso: implicancia de la proteinuria en el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad renal crónica. *Nefrol Diál Traspl* 2013; 33 (4): 233-48.
21. Montañés Bermúdez R, Gràcia García S, Pérez Surribas D, Martínez Castelao A, Bover Sanjuán J. Documento de Consenso. Recomendaciones sobre la valoración de la proteinuria en el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad renal crónica. *Nefrología* 2011; 31 (3): 331-45.
22. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39: S1-266.

**Recibido: 11 de agosto de 2023**

**Aceptado: 2 de octubre de 2023**