

## Original breve

Oscar Herráez Carrera<sup>1</sup>  
María Huertas Vaquero<sup>2</sup>  
María Ángeles Asencio  
Egea<sup>2</sup>  
Jorge Gaitán Pitera<sup>2</sup>  
Rafael Carranza González<sup>2</sup>

# Evaluación económica de la implantación del autoanalizador Alfred 60/AST de detección de crecimiento bacteriano con sembrador automático

<sup>1</sup>Servicio de Análisis Clínicos. Unidad de Calidad. Hospital General La Mancha Centro, Alcázar de San Juan (Ciudad Real)

<sup>2</sup>Laboratorio de Microbiología. Hospital General La Mancha Centro, Alcázar de San Juan (Ciudad Real)

### Article history

Received: 17 September 2018; Accepted: 15 October 2018

## RESUMEN

**Introducción.** En los laboratorios de microbiología se impone cada vez más utilizar sistemas de cribado automatizados para descartar las orinas negativas. Nuestro objetivo fue estimar el umbral presupuestario a partir del cual el autoanalizador Alfred-60/AST sería rentable para nuestro hospital.

**Material y métodos.** Estudio de minimización de costes mediante árboles de decisión, realizado en un Hospital General. Se comparó el coste del urocultivo tradicional con el procesamiento automático mediante Alfred-60/AST. El procesamiento tradicional supone el cultivo manual de todas las orinas recibidas en agar sangre y MacConkey e identificación de todos los microorganismos aislados con el sistema Vitek-2. El autoanalizador sembraría solo las orinas positivas en un medio cromogénico que identificaría directamente los aislamientos de *Escherichia coli*.

**Resultados.** Las variables con mayor impacto económico en el modelo fueron la probabilidad de obtener un cultivo positivo, la prevalencia de *E. coli* en los urocultivos y el coste por muestra del sembrador. El análisis de sensibilidad multivariante mostró que el modelo es sólido. El análisis de sensibilidad bivariante mostró que el modelo es sensible a la modificación de los costes, principalmente del sembrador automático. A un valor umbral de 1,40 euros por determinación, el procesamiento automático reduciría los costes anuales en 2.879 euros.

**Conclusión.** La introducción del autoanalizador Alfred-60/AST en nuestro laboratorio a un precio de 1,40

euros por determinación reduciría la carga de trabajo en el procesamiento de orinas, ahorrando tiempo y costes

**Palabras clave:** sembrador automático; Alfred-60/AST; cribado de orinas; nefelometría

## Economic evaluation of the Alfred 60/AST device implantation for bacterial growth detection with automatic sewing machine

### ABSTRACT

**Introduction.** It is becoming increasingly necessary to automatize screening of urine samples to culture at Microbiology laboratories. Our objective was to estimate the budget threshold from which the Alfred 60/AST device would be profitable for our hospital.

**Material and methods.** Cost minimization study by decision trees, carried out in a General Hospital. The cost of traditional urine culture and urine processing using Alfred-60/AST were compared. Traditional processing involves the culture of all urine specimens received onto blood and MacConkey agar, and identification of every microorganism isolated by Vitek-2 system. The autoanalyzer would only inoculate the positive urines onto a chromogenic media, directly identifying the *Escherichia coli* isolates.

**Results.** The variables with the greatest economic impact in the model were the probability of obtaining a positive culture, the prevalence of *E. coli* in the urine cultures and the cost per sample using Alfred-60/AST. The multivariate sensitivity analysis showed that the model was solid. The bivariate sensitivity analysis showed that the model is susceptible to cost modification, mainly of the automatic device. At a threshold value of 1.40 euros/determination, the automatic processing would decrease the annual costs in 2,879 euros.

**Conclusion.** The introduction of the Alfred-60/AST device

Correspondencia:  
Oscar Herráez Carrera  
Servicio de Análisis Clínicos. Unidad de Calidad. Hospital General La Mancha Centro, Avenida de la Constitución, 3 ; 13.600 Alcázar de San Juan (Ciudad Real)  
Tfno: 926 580574  
Fax: 926 546882.  
E-mail: oscarherraез@yahoo.es

in our laboratory at 1.40 euros/determination would reduce urine processing workload, saving time and costs.

**Keywords:** automatic sewing machine; Alfred-60/AST device; urine screening; nephelometry

### INTRODUCCIÓN

La solicitud de urocultivos supone aproximadamente un tercio del total de las peticiones que recibe el laboratorio de microbiología, y más del 70% de estos cultivos resultan negativos [1]. En los hospitales que reciben por encima de 100-150 orinas diarias se impone cada vez más descartar las orinas negativas mediante sistemas automatizados y cultivar solo las positivas [1]. Es por ello que la implementación de un sistema de cribado de bacteriuria, rápido y eficaz podría ofrecer ventajas asistenciales tanto por la inmediatez de un resultado negativo como por reducir la carga de trabajo al disminuir el volumen de orinas a sembrar.

La aparición en el mercado de sembradores automáticos disminuye en gran medida el tiempo dedicado a los cultivos y sistematiza dicha siembra, con lo que se reduce el riesgo de errores y mejora la calidad analítica [2]. El autoanalizador Alfred 60/AST, que detecta y cuantifica el crecimiento bacteriano mediante nefelometría láser (light scattering), presenta la ventaja de cribar las orinas negativas con un valor predictivo negativo del 97,5% a la vez que siembra las positivas [3]. Sin embargo, la introducción en el laboratorio de una tecnología de cribado podría encarecer el procesamiento microbiológico de las orinas [4]. Nuestro objetivo ha sido estimar el umbral presupuestario a

partir del cual la introducción en el laboratorio del autoanalizador Alfred 60/AST sería rentable para nuestro hospital.

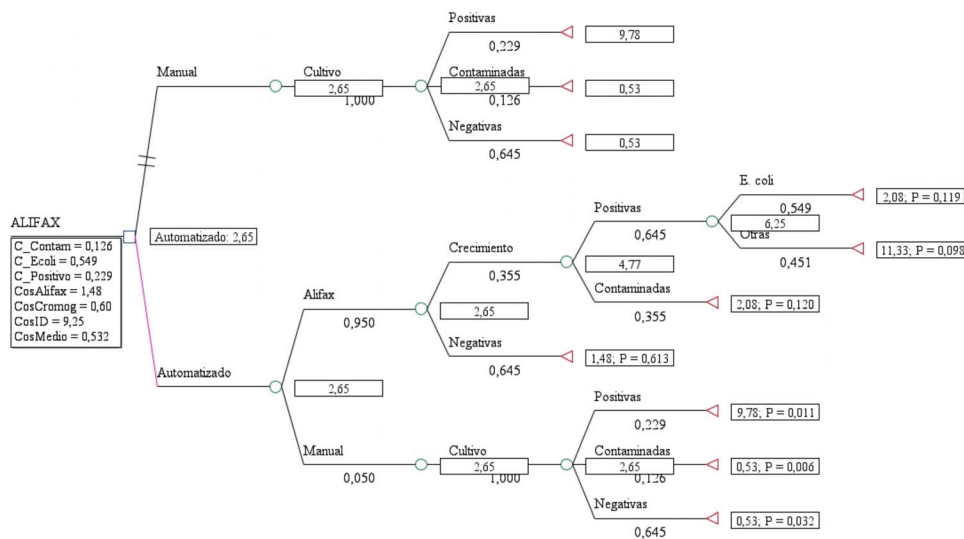
### MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo de minimización de costes mediante el análisis económico con árboles de decisión, realizado en el laboratorio de Microbiología de un hospital general de segundo nivel. El laboratorio atiende a una población aproximada de 210.00 habitantes, con procesamiento de más de 100.000 muestras anuales.

Se comparó el coste de la realización del urocultivo tradicional con el procesamiento automático mediante el autoanalizador Alfred 60/AST (Alfred) de Alifax, Padua, Italia. La adecuación de los gastos asociados al urocultivo dependerá de: a) los costes asociados al sembrador automático, a los medios de cultivo empleados y a la identificación de los microorganismos aislados, y b) del porcentaje de orinas con resultado positivo, negativo y contaminado. El coste del antibiograma no se tiene en cuenta porque se realizaría de la misma manera por los dos métodos.

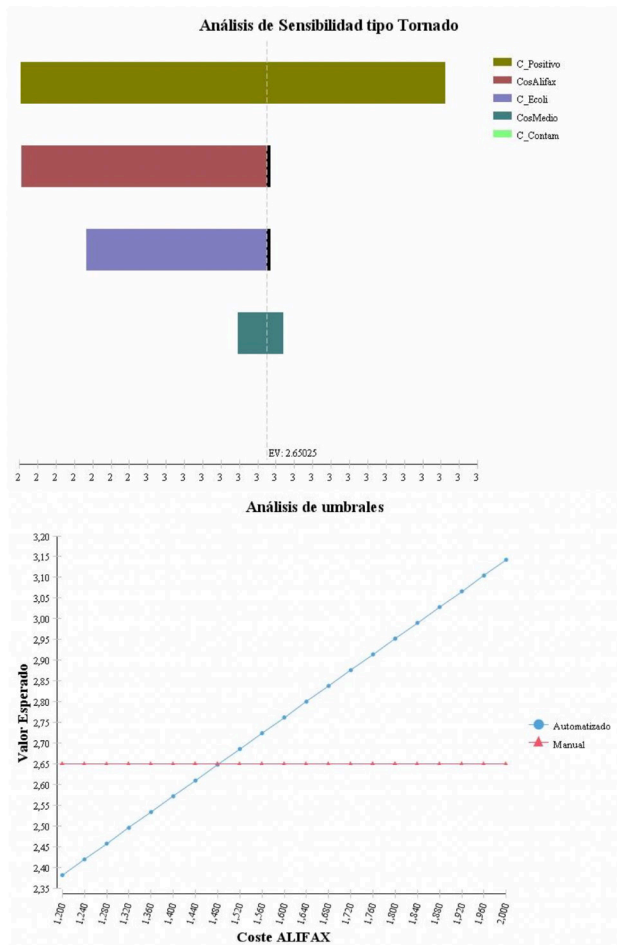
Las dos alternativas de procesamiento del urocultivo serían:

1) Procesamiento tradicional. Cultivo manual de todas las orinas recibidas durante los últimos 5 años en nuestro laboratorio. Se incluyen los costes del agar sangre y MacConkey y de la identificación de todos los microorganismos aislados mediante Vitek-2® o Vitek-MS® (BioMérieux, Francia).



**Figura 1** | **Árbol de decisión con las dos alternativas propuestas.**

*C\_Contam*: cálculo del coste del urocultivo con resultado contaminado, *C\_Ecoli*: cálculo del coste del urocultivo con identificación de *E. coli*, *C\_Positivo*: cálculo del coste del urocultivo con resultado positivo, *CosAlifax*: precio/determinación del autoanalizador, *CosCromog*: precio del medio cromogénico, *CosID*: precio de la identificación de los aislamientos, *CosMedio*: Coste de los medios no cromogénicos.



**Figura 2** Análisis de sensibilidad.

Gráfica de arriba: análisis tornado (multivariante). Gráfica de abajo: análisis de umbrales (bivariante). *C\_positivo*: probabilidad de obtener un cultivo positivo, *CosAlifax*: coste/determinación del autoanalizador, *C\_Ecoli*: prevalencia de *E. coli* en los urocultivos, *CosMedio*: precio del medio cromogénico, *C\_contaminado*: probabilidad de obtener un cultivo contaminado.

| Tabla 1 |            | Variación de los gastos en función del coste por determinación del sembrador automático |                  |              |                       |
|---------|------------|---|------------------|--------------|-----------------------|
| Alifax  | Automático | Manual  | Automático anual | Manual anual | Sobrecoste automático |
| 1,40    | 2,572      | 2,65  | 94.945,38        | 97.824,75    | -2.879 €              |
| 1,44    | 2,610      | 2,65  | 96.348,15        | 97.824,75    | -1.477 €              |
| 1,48    | 2,648      | 2,65  | 97.750,92        | 97.824,75    | -74 €                 |
| 1,52    | 2,686      | 2,65  | 99.153,69        | 97.824,75    | 1.329 €               |
| 1,56    | 2,724      | 2,65  | 100.556,46       | 97.824,75    | 2.732 €               |
| 1,60    | 2,762      | 2,65  | 101.959,23       | 97.824,75    | 4.134 €               |
| 1,64    | 2,800      | 2,65  | 103.362,00       | 97.824,75    | 5.537 €               |
| 1,68    | 2,838      | 2,65  | 104.764,77       | 97.824,75    | 6.940 €               |
| 1,70    | 2,860      | 2,65  | 105.576,90       | 97.824,75    | 7.752 €               |

2) Procesamiento automático del 95% de las orinas recibidas en el mismo periodo de tiempo; se estima que el 5% de los urocultivos se procesarían manualmente (orinas del turno de tarde-noche o festivos). El autoanalizador Alfred identificaría directamente los urocultivos con resultado negativo y sembraría solo las orinas detectadas como positivas. La utilización de un medio cromogénico, como el ChromID® CPS (BioMérieux, Francia), identificaría directamente el crecimiento de colonias de *Escherichia coli*, que supone el 55% de los microorganismos aislados en las orinas de nuestra área sanitaria. El resto de uropatógenos requerirán identificación a nivel de especie mediante el sistema comercial Vitek®. El mantenimiento del sembrador y su puesta en marcha correrían a cargo del proveedor.

En el árbol de decisión se incluyen las probabilidades de cada nodo y los costes asociados a cada procedimiento en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio durante los últimos 5 años (figura 1).

Este estudio se ha realizado de acuerdo con los estándares éticos del comité de investigación institucional y con la declaración de Helsinki de 1964 y sus posteriores enmiendas o estándares éticos comparables.

## RESULTADOS

El análisis de sensibilidad multivariante (figura 2) muestra que el modelo es robusto. Las variables con mayor impacto económico en el modelo son la probabilidad de obtener un cultivo positivo, la prevalencia de *E. coli* en los urocultivos y el coste por muestra del sembrador automático. Con un impacto mucho menor en el modelo se encuentra el coste del medio cromogénico. El porcentaje de cultivos positivos y de aislamientos de *E. coli* urinarios son variables probabilísticas, por lo que no pueden modificarse. El análisis de sensibilidad bivariable (figura 2), que incluye las variables de costes con impacto en el modelo, muestra que el modelo es sensible a la modificación de los costes, principalmente del sembrador automático. El análisis de umbrales nos permite, además, identificar el coste por determinación del sembrador a partir del cual se conseguiría disminuir gastos respecto al procedimiento manual.

En la tabla 1 se muestra la variación de costes de los dos procedimientos en función del precio por determinación del autoanalizador. Con una oferta de 1,48 €/determinación la implementación del dispositivo Alfred en nuestro laboratorio no supondría ningún gasto adicional, igualando así los costes del procesamiento de urocultivos que se tienen actualmente. Si esta oferta fuera de 1,40 €/determinación, se estima que el laboratorio ahorraría 2.879 € anuales.

## DISCUSIÓN

Con este trabajo mostramos cómo la introducción en el laboratorio de Microbiología de una técnica de detección precoz del crecimiento

bacteriano permitiría optimizar el procesamiento de las orinas, ahorrando tiempo y costes.

El método de cribado de orinas más utilizado en la última década ha sido la citometría de flujo, con el inconveniente de la subjetividad en la evaluación de los puntos de corte óptimos, con resultados muy heterogéneos en función del tipo de población seleccionada [4-7]. La utilidad del autoanalizador Alfred radica en su capacidad para detectar con precisión muestras de orina negativas en un umbral de 800 UFC/ml (4 horas de incubación), permitiendo reducir la siembra de urocultivos en un 72% [3]; no obstante, puede detectar positivos en 45 minutos siempre que la concentración bacteriana sea suficientemente alta [3]. Otra ventaja viene dada por basarse en la dinámica de crecimiento para la detección, siendo más sensible para detectar uropatógenos que contaminantes [8,9]. Del mismo modo, detectaría otros microorganismos fastidiosos que no crecerían en los medios habituales, como *Micoplasma* y *Ureaplasma* [1], con su posible repercusión clínica. Por el contrario, como limitación, no detectaría crecimiento en muestras de pacientes que han recibido antibióticos. Además, algunos autores consideran que esta tecnología es menos confiable para identificar levaduras, lo que podría atribuirse a los recuentos bajos [10] o a las bajas tasas de crecimiento asociados con ITU por levaduras [8]. Por ello, convendría añadir agar sabouraud a las orinas en las que se solicite cultivo de hongos.

La evaluación económica en Sanidad se ha llevado a cabo mediante la definición de modelos como los árboles de decisión, siendo de gran utilidad para la toma de decisiones sobre una intervención sanitaria, como sería la introducción de una nueva tecnología [11]. Con el valor umbral de 1,40 euros por determinación para el autoanalizador Alfred, el modelo propuesto selecciona como mejor opción el procesamiento automatizado por conseguir una reducción de los costes. Por tanto, implantar esta metodología en nuestro laboratorio supondría una clara mejora para la gestión de este, ya que permitiría un ahorro de aproximadamente 3.000 € anuales. No se ha incluido una rama alternativa consistente en sembrar todas las orinas en un medio cromogénico porque, aunque reduciría gastos, no aportaría ninguna otra ventaja significativa.

Desde la perspectiva del laboratorio, el autoanalizador Alfred, además de disminuir los costes, mejoraría la eficacia y calidad del diagnóstico microbiológico al reducir el tiempo de emisión de resultados, disminuir el tiempo de procesamiento y los errores asociados. Desde la perspectiva de la gerencia se favorecería la eficiencia asistencial, pues al informar un resultado negativo en el mismo día se orienta el diagnóstico, reduciendo el número de consultas médicas; al mismo tiempo, podría evitarse la administración innecesaria de antibióticos, con los consiguientes efectos adversos y aparición de resistencias. En el caso de informar la detección de crecimiento (diagnóstico presuntivo de ITU), podría instaurarse un tratamiento antibiótico precoz con mayor evidencia. Por otra parte, se estima que el tiempo necesario para la siembra de un cultivo es 8 veces superior al requerido para un proceso automático [12], por lo que el ahorro temporal en el procesamiento de las orinas permitiría realizar una evaluación preanalítica de las muestras más

eficiente, con beneficio para el resto de muestras que llegan a este laboratorio.

Sería interesante realizar estudios que comprobaran si realmente el equipo permite diferenciar entre uropatógenos y contaminantes, ya que la tasa de contaminación de los urocultivos no es despreciable [7,13]. La realización de un estudio de coste-efectividad podría poner de manifiesto el impacto clínico de la automatización del procesamiento de orinas sobre la prescripción de antibióticos, y por tanto, sobre la calidad asistencial del paciente. El autoanalizador Alfred permite también trabajar con líquidos biológicos, así como la realización de antibiogramas rápidos con resultados muy prometedores [14], sobre todo en combinación con la espectrometría de masas MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization-Time Of Flight) [15].

En conclusión, el procesamiento automático de orinas a 1,40 € por determinación permitiría la introducción del autoanalizador Alfred 60/AST en nuestro laboratorio con un ahorro de aproximadamente 3.000 euros anuales y una mejora en la eficiencia y calidad diagnóstica.

## FINANCIACIÓN

Los autores declaran que no han recibido financiación para la realización de este estudio.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Andreu A, Cacho J, Coira A, Lepe JA. Diagnóstico microbiológico de las infecciones del tracto urinario. Cercenado E, Cantón R, editors. Procedimientos en Microbiología Clínica 14a. Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. 2010 [último acceso 29 Agosto 2018].
2. Da Rin G. Pre-analytical workstations: a tool for reducing laboratory errors. Clin Chim Acta. 2009;404(1):68-74. PMID: 19302988
3. Alifax. 2011. Alfred 60 and Alfred 60/AST user manual. Alifax revision 2.0-2011-11-22. Alifax, Padua, Italy.
4. Broeren MA, Bahceci S, Vader HL, Arents NL. Screening for Urinary Tract Infection with the Sysmex UF-1000i Urine Flow Cytometer. J Clin Microbiol. 2011;49(3):1025-9. PMID: 21248088
5. Jolkonen S, Paattiniemi E-L, Karpanoja P, Sarkkinen H. Screening of Urine Samples by Flow Cytometry Reduces the Need for Culture. J Clin Microbiol. 2010;48(9):3117-21. PMID: 20592157
6. Muñoz-Algarra M, Martínez-Ruiz R, Orden-Martínez B. Evaluación del sistema automatizado UF-1000i® en el diagnóstico de infección urinaria. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2013;31(1):29-31. PMID:22858173
7. de Frutos-Serna M, Asensio-Calle ML, Haro-Pérez AM, Blázquez-de Castro AM, Gutiérrez-Zufiaurre MN, Iglesias-García J. Evaluación

- del citómetro UF-1000i como método de cribado en el diagnóstico de infecciones del tracto urinario. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2014;32(3):147-51. PMID: 23642284
8. Lahanas S, Stathopoulos G, Chan RC, van Hal SJ. Evaluation of the Alfred 60/AST Device as a Screening Test for Urinary Tract Infections. *J Clin Microbiol*. 2013;51(10):3406-8. PMID: 23885005
  9. Iki A, Bekdemir P, Ulger N, Soyletir G. Rapid reporting of urine culture results: impact of the uro-quick screening system. *New Microbiol*. 2010;33(2):147-53. PMID: 20518276
  10. Marschal M, Wienke M, Hoering S, Autenrieth IB, FrickJ-S. Evaluation of 3 different rapid automated systems for diagnosis of urinary tract infections. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2012;72(2):125-30. PMID: 22104187
  11. Drummond MF, Sculpher MJ, Claxton K, Stoddart GL, Torrance GW. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. 4th ed. New York: Oxford University Press, 2015.
  12. Boonen KJ, Koldewijn EL, Arents NL, Raaymakers PA, Scharnhorst V. Urine flow cytometry as a primary screening method to exclude urinary tract infections. *World J Urol*. 201;31(3):547-51. PMID: 22588552
  13. Herráez O, Asencio MA, Carranza R, Jarabo MM, Huertas M, Redondo O, et al. Sysmex UF-1000i flow cytometer to screen urinary tract infections: the URISCAM multicentre study. *Lett Appl Microbiol* 2018;66(3):175-81. PMID: 29223137
  14. March Rosselló GA, Bratos Pérez MA. Antibiograma rápido en Microbiología Clínica. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2016;34(1):61-8. PMID: 25559705
  15. Iñigo M, Coello A, Fernández-Rivas G, Rivaya B, Hidalgo J, Quesada MD, et al. Direct Identification of Urinary Tract Pathogens from Urine Samples, Combining Urine Screening Methods and Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry. *J Clin Microbiol*. 2016;54(4):988-93. PMID: 26818668