



# Revista de Calidad Asistencial

[www.elsevier.es/calasis](http://www.elsevier.es/calasis)



ORIGINAL

## Impacto de la metodología Lean en la mejora de procesos asistenciales y niveles de satisfacción en la atención de pacientes en un laboratorio clínico

L.H. Morón-Castañeda, A. Useche-Bernal, O.L. Morales-Reyes, I.L. Mojica-Figueroa,  
A. Palacios-Carlos, C.E. Ardila-Gómez, M.V. Parra-Ardila, O. Martínez-Nieto\*,  
N. Sarmiento-Echeverri, C.A. Rodríguez, C. Alvarado-Heine y M.A. Isaza-Ruget

*Laboratorio Clínico, Clínica Universitaria Colombia, Clínica Colsanitas S.A., Bogotá, Colombia*

Recibido el 4 de mayo de 2015; aceptado el 16 de septiembre de 2015

Disponible en Internet el 4 de noviembre de 2015



CrossMark

### PALABRAS CLAVE

Mejoramiento de la calidad;  
Laboratorios de hospital;  
Manejo de especímenes

### Resumen

**Introducción:** La aplicación de la metodología Lean en las instituciones de salud es una herramienta efectiva para mejorar la capacidad y el flujo de trabajo, así como para incrementar el nivel de satisfacción de pacientes y empleados.

**Objetivo:** Optimizar el tiempo de atención de los pacientes ambulatorios en un laboratorio clínico mediante la implementación de una metodología basada en la organización de procesos operativos, para mejorar la satisfacción del usuario y reducir el número de quejas por demoras en la atención.

**Materiales y métodos:** Se implementó un estudio *cuasi experimental* de antes y después, realizado entre octubre de 2011 a septiembre de 2012. Se emplearon gráficos X Barr y S para observar los promedios en los tiempos de atención y su desviación estándar. La satisfacción de los usuarios se evaluó mediante encuestas de servicio.

**Resultados:** Se observó una disminución de hasta 9 min en los tiempos de atención de los pacientes, desde su llegada hasta su salida del laboratorio, y una disminución del 73% en las quejas por demora en la atención. A pesar de la alta rotación del personal y del incremento del 38% en el número de pacientes atendidos, se adquirió una cultura de empoderamiento y mejora continua, así como mayor eficiencia y productividad en el proceso de atención; lo cual se vio reflejado por el mantenimiento de los estándares 12 meses después de la implementación.

**Conclusión:** La metodología Lean es una herramienta viable para mejorar los procesos de los laboratorios clínicos, mejorando su eficiencia y eficacia.

© 2015 SECA. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [osmartin@colsanitas.com](mailto:osmartin@colsanitas.com), [jcheverry@colsanitas.com](mailto:jcheverry@colsanitas.com) (O. Martínez-Nieto).

**KEYWORDS**

Quality Improvement;  
hospital laboratories;  
Specimen Handling

**Impact of Lean methodology to improve care processes and levels of satisfaction in patient care in a clinical laboratory****Abstract**

**Introduction:** The application of the Lean methodology in health institutions is an effective tool to improve the capacity and workflow, as well as to increase the level of satisfaction of patients and employees.

**Objective:** To optimise the time of outpatient care in a clinical laboratory, by implementing a methodology based on the organisation of operational procedures to improve user satisfaction and reduce the number of complaints for delays in care.

**Material and methods:** A quasi-experimental before and after study was conducted between October 2011 to September 2012. XBar and S charts were used to observe the mean service times and standard deviation. The user satisfaction was assessed using service questionnaires.

**Results:** A reduction of 17 minutes was observed in the time of patient care from arrival to leaving the laboratory, and a decrease of 60% in complaints of delay in care. Despite the high staff turnover and 38% increase in the number of patients seen, a culture of empowerment and continuous improvement was acquired, as well as greater efficiency and productivity in the care process, which was reflected by maintaining standards 12 months after implementation.

**Conclusion:** Lean is a viable methodology for clinical laboratory procedures, improving their efficiency and effectiveness.

© 2015 SECA. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

En Colombia los laboratorios clínicos han adquirido mayor reconocimiento e importancia; sin embargo, reciben con frecuencia quejas y reclamaciones por retrasos en la atención y por la baja eficiencia de sus procesos. Lo anterior puede ser debido al volumen creciente de pacientes atendidos por día. Por estas razones, varias instituciones de salud han aplicado los principios Lean con el fin de mejorar su capacidad y flujo de trabajo, así como para incrementar la satisfacción de pacientes y empleados<sup>1</sup>.

La similitud de los procesos analíticos del laboratorio con las economías a escala ha permitido que la automatización sea la piedra angular para mejorar la eficiencia del procesamiento de muestras a bajo coste<sup>1,2</sup>. Sin embargo, algunas tareas y flujos de trabajo dentro del laboratorio se encuentran cargados de «desperdicios» que no aportan valor a los procesos, y por el contrario generan descontento de los empleados y de los pacientes atendidos<sup>3</sup>.

La metodología LEAN se enfoca en la revisión continua de los procesos en el interior de la organización, de forma que se puedan identificar aquellos «desperdicios» o procedimientos que no aportan valor y sí consumen recursos, esto con el objeto de ser posteriormente eliminados<sup>4</sup>. Esta metodología se deriva del sistema de producción de Toyota®, que a través de su historia ha desarrollado una serie de principios que permiten garantizar que el trabajo habitual esté estrechamente relacionado con un aprendizaje continuo de cómo hacer mejor las cosas, lo cual lleva a mejoras continuas en confianza, flexibilidad, seguridad y eficiencia. Esta cultura organizacional se ve reflejada en una mayor participación en el mercado, con una mejor rentabilidad<sup>2,5</sup>.

La adaptación de los principios Lean a los servicios de salud ha permitido mejorar procesos complejos como la administración de medicamentos y la gestión en salas de

cirugía, disminuyendo las tareas improductivas y aumentando la eficiencia operacional<sup>6</sup>.

Los ejemplos del trabajo Lean en el cuidado de la salud demuestran que, cuando se aplican con rigor los principios de eficiencia, pueden tener un impacto positivo en la productividad, costes y oportunidad en la prestación de los servicios<sup>7</sup>. Uno de los métodos que se utiliza con mayor frecuencia en los laboratorios son los eventos Kaizen (eventos rápidos de mejora), los cuales corresponden a oportunidades cuidadosamente planeadas e implementadas para realizar experimentos en el lugar del trabajo, con el objetivo de crear una base que permitirá posteriormente sostener la mejora de los procesos<sup>8</sup>.

El laboratorio clínico de la Clínica Universitaria Colombia, de la ciudad de Bogotá (Colombia), ofrece servicios de extracción de sangre para pacientes ambulatorios, los cuales se clasifican en generales y prioritarios; dentro de este último grupo se encuentran niños menores de 9 años, mujeres embarazadas, adultos mayores y urgencias ambulatorias, quienes requieren mayor rapidez en su atención.

El área física cuenta con 4 módulos de recepción, un punto de ingreso de órdenes al sistema de información del laboratorio (en inglés, LIS) y 6 cubículos para toma de muestras. Para la atención de los pacientes se dispone de 11 funcionarios: 5 auxiliares, encargados de la verificación e ingreso de datos demográficos, y 6 bacteriólogos encargados de la toma de muestras. El horario de atención de pacientes comprende desde las 6:00 hasta las 10:00 de la mañana para la toma de muestras.

Debido al nivel de insatisfacción por la demora en la atención, identificado mediante las encuestas de satisfacción aplicadas a usuarios previo al estudio, y al nivel de quejas por parte del equipo de trabajo del área de toma de muestras, el laboratorio clínico decidió implementar un proceso de mejora Lean a través de un evento Kaizen.

El propósito del presente artículo fue optimizar el tiempo de atención de pacientes ambulatorios que asisten al laboratorio clínico, mediante la aplicación de los principios Lean para mejorar los tiempos de atención, los niveles de satisfacción del usuario y reducir el número de quejas por demora en la atención.

## Materiales y métodos

### Diseño: estudio cuasi-experimental de antes y después

Fuentes de información: los datos base para este estudio fueron obtenidos a partir de los registros de las encuestas de satisfacción, de las mediciones de los tiempos de atención, de la estadística del número de pacientes atendidos y de las quejas por demora en la atención realizadas antes y después de la intervención, según los parámetros establecidos por el programa de calidad del laboratorio clínico.

Instrumentos de medición: se aplicaron herramientas de gestión visual de acuerdo con la metodología en el área de ingreso y en el área de recepción de toma de muestras, donde se clasifican en orden consecutivo los pacientes prioritarios y los pacientes ambulatorios. Se implementó un tablero de control que permitió monitorizar el comportamiento de los tiempos durante el transcurso del mes.

Condiciones previas al evento Kaizen: en el período comprendido entre octubre del año 2011 a septiembre del año 2012 el número de pacientes atendidos en la toma de muestras era en promedio de 166 por día y 4.150 por mes. Además, históricamente se ha observado que el horario con mayor número de pacientes atendidos en el laboratorio es entre 7:00 y 9:00 de la mañana, y esta era una de las causas que generaba aumento en los tiempos de atención en este horario, y por consiguiente insatisfacción de los pacientes.

El tiempo total de atención de los pacientes en toma de muestras en promedio oscilaba entre  $\pm 27,8 \pm \text{min}$ , y corresponde a la medición desde el ingreso hasta su salida del laboratorio. Este período de tiempo se encuentra dividido en las siguientes mediciones: tiempo de espera en fila, tiempo de atención en recepción, tiempo de espera en sala y tiempo en toma de muestras. En el área de toma de muestras siempre se aseguraba que desde el día anterior todas las unidades de toma de muestras contarán con planillas de registro, formatos de información complementaria, consentimientos informados y los insumos necesarios para evitar interrupciones en el proceso (*fig. 1*).

Para evaluar la satisfacción de los pacientes, el personal de laboratorio evaluó la información de las preguntas número 4 y número 15 de la encuesta de satisfacción que de rutina se aplica a los usuarios del servicio de laboratorio clínico (*anexo 1*), la cual había sido aplicada en el año 2010, como parte de los procesos de calidad del laboratorio, así como otras fuentes de información (quejas, reclamaciones, sugerencia y felicitaciones). Al revisar la información de las encuestas de satisfacción se encontró que el principal motivo de no satisfacción de los usuarios correspondía al tiempo de espera para ser atendidos, y el de quejas era por demora en la atención.

Después de realizar el análisis de la información previamente descrita se constituyó un equipo multidisciplinario, integrado por personal entrenado en la metodología LEAN y por personal del laboratorio, quienes fueron los encargados de realizar la observación del servicio para posteriormente aplicar esta misma.

### Evento Kaizen

Establecimiento de metas: los datos fueron utilizados por el equipo de trabajo para plantear los siguientes objetivos de mejora en el proceso: 1) optimizar los tiempos promedios de atención, estableciendo como meta 15 min para paciente prioritario y 25 min para paciente general; y 2) mantener y/o disminuir estos resultados a lo largo del tiempo. Para lograr estos objetivos los integrantes del laboratorio fueron capacitados en principios Lean con el fin de eliminar actividades innecesarias y reordenar los pasos durante el proceso de extracción de sangre. Por otra parte se incentivó al personal a transmitir esta experiencia a sus nuevos compañeros. Además, los eventos de mejora rápida se ajustaron al ciclo «planificar, hacer, verificar y actuar». Por consiguiente, el primer y segundo día se plantearon las necesidades del servicio y se estableció el estado inicial (planificar). Durante el tercer día se ejecutaron las ideas propuestas (hacer). En el cuarto día se realizó medición de tiempos y se identificaron actividades propuestas que no eran posibles de ejecutar, o no cumplían el efecto esperado. En el último día se evaluaron las estrategias aplicables al proceso para generar el plan complementario.

Ejercicio de priorización: para dar cumplimiento a los objetivos el equipo de trabajo realizó un ejercicio de priorización mediante un experimento rápido donde se propusieron los cambios con los cuales se definieron los efectos esperados, tal como se observa en la *tabla 1*.

Generación del plan complementario: adicionalmente a las acciones ejecutadas en el evento *Kaizen*, se generó un plan complementario que comprendió acciones relacionadas con el control a largo plazo de las actividades, centradas en la medición diaria de tiempos y la capacitación del personal para garantizar la presencia del facilitador de toma de muestras. Igualmente, se implementó el tablero de ideas como herramienta periódica para la identificación de problemas y planteamiento de soluciones.

### Métodos estadísticos

Para evidenciar el comportamiento del proceso antes y después del evento *Kaizen* se utilizaron gráficos de control de proceso (X-barr y S), para observar los promedios de atención y su desviación estándar (DS). En el X-barr se representó el promedio de tiempo de espera del paciente, y en la tabla S se representó la DS. Los límites de control superiores e inferiores se calcularon basados en 3 DS para cada límite. Un proceso es considerado estable cuando hay distribución aleatoria de puntos trazados dentro de los límites de control.

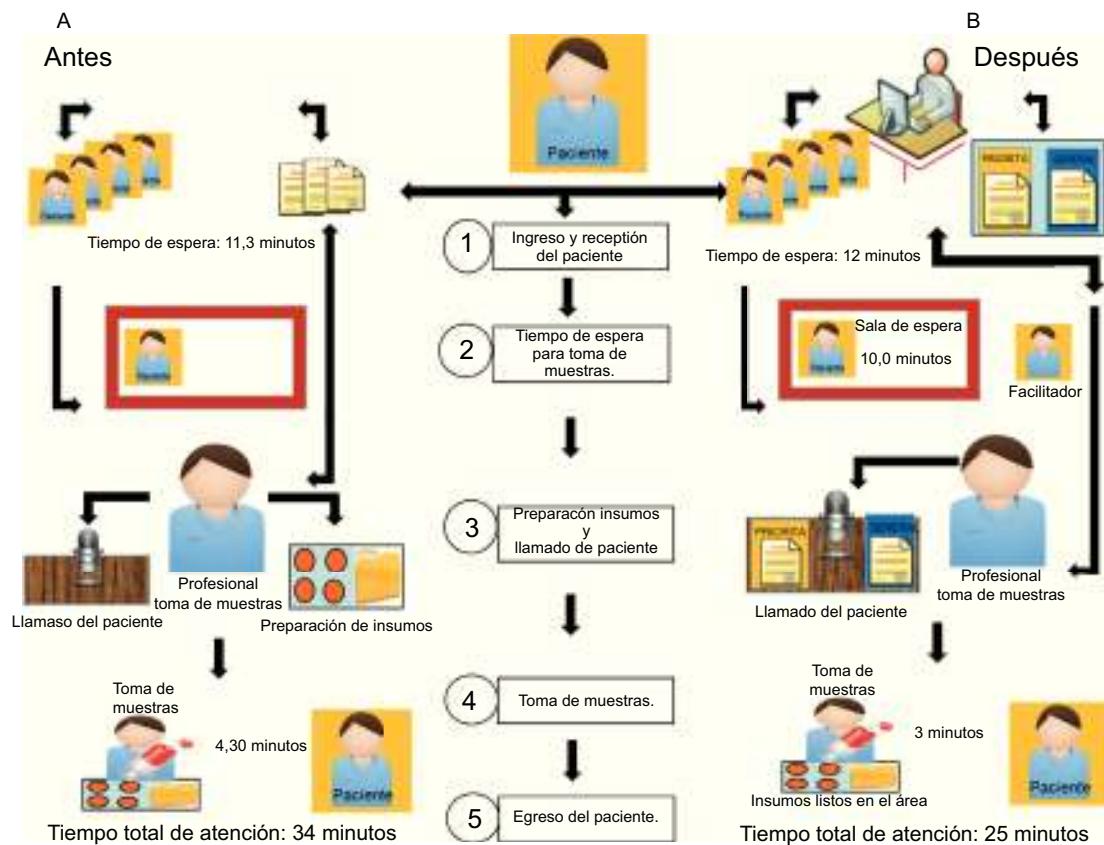


Figura 1 Flujograma operativo en el área de toma de muestras.

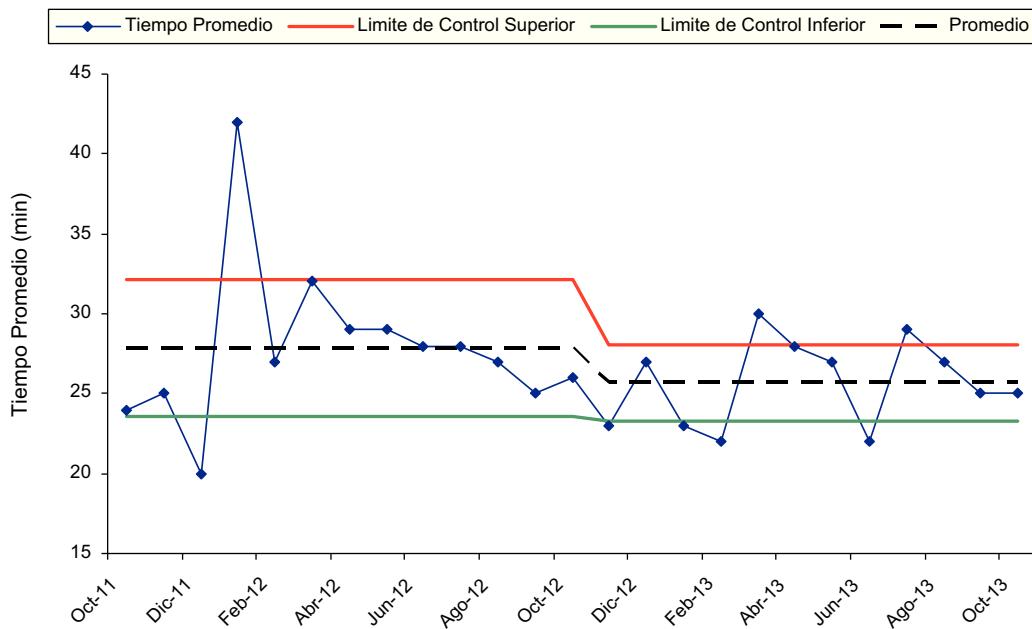
A. Nótese que antes de implementar la metodología Lean las actividades realizadas por el profesional de toma de muestras implicaban realizar desplazamientos hacia la recepción para tomar órdenes médicas, preparación de insumos para la toma de muestras y llamar al paciente para atenderle.

B. Despues de la intervención se implementó un visualizador para priorizar órdenes y se incorporó al equipo de trabajo un facilitador (ver funciones en el texto) que realizará esas actividades, y se determinó dejar todos los insumos y documentos necesarios para la atención en el punto de toma de muestras.

Tabla 1 Problemas identificados durante la atención de pacientes y cambios propuestos

Problema identificado	Cambios propuestos
Interrupción continua del trabajo de los auxiliares por el traslado de órdenes desde cada punto de recepción al sitio de ingreso de datos al LIS	Un funcionario se encarga de acumular todas las órdenes recibidas en los 4 puntos de recepción, para llevarlas al sitio de ingreso de datos al LIS
Validación de derechos en 3 aplicativos informáticos diferentes	Validación de derechos solamente en la plataforma informática de historia clínica
Continuo desplazamiento de bacteriólogos al micrófono, ubicado en un punto medio del área de toma de muestras, para realizar la llamada a los pacientes.	Facilitador en toma de muestras que realice la llamada a los pacientes a todos los cubículos y organice el flujo de trabajo
Las órdenes eran identificadas visualmente como prioritarias, pero no había un mecanismo que permitiera separarlas durante los pasos posteriores a la recepción	La persona que realiza el ingreso de datos en el LIS se encarga de clasificar las órdenes como prioritarias y generales, mediante la utilización de visuales de diferente color
Registro de segundas muestras o muestras pendientes en planillas únicas y no disponibilidad de algunos elementos necesarios para el procedimiento	Eliminar diligenciamiento de planillas únicas y distribuirlas en cada cubículo. Verificar que en todos los cubículos estén disponibles formatos de información adicional
Durante la realización de la extracción de sangre se identificaron desperdicios que prolongaban la estancia del paciente en el cubículo	Realizar la modificación en el orden de algunos pasos para optimizar el tiempo del paciente en el cubículo de toma de muestras

Descripción de los principales problemas detectados durante el inicio del evento de mejora rápida y sus posibles soluciones.

**Figura 2** Gráfico de X-barr.

Se observa que en los primeros meses después de la implementación del evento de mejora rápida, existen algunos puntos situados fuera de los límites de control debido al aumento inusitado de usuarios.

## Resultados

### Resultados del evento Kaizen

Una de las primeras acciones adoptadas fue contar con un facilitador en el área de toma de muestras, cuyas actividades estaban encaminadas a organizar las órdenes, priorizar y agilizar el llamamiento de pacientes, suministrar información al personal de toma de muestras de sangre relacionada con las pruebas y realizar algunas acciones complementarias. Las órdenes fueron identificadas por colores y clasificadas como prioritarias y generales. Igualmente, se unificaron pasos durante la toma de muestras para optimizar el tiempo de la atención (fig. 1).

### Mediciones del estado confirmado

Con la implementación de las acciones propuestas en el evento *Kaizen* se obtuvo una disminución del tiempo total de atención entre 2,5 y 3,5 min en promedio, es decir, antes del evento *Kaizen* el tiempo promedio de atención era de  $\pm 27,8$  min, y después del evento fue de  $\pm 25$  min, lo cual corresponde a un 33% (fig. 2).

En cuanto a las comunicaciones por demora en la atención fueron 37 quejas tramitadas entre octubre del año 2011 a octubre del año 2012, y 10 quejas por esta misma causa entre octubre del año 2012 a octubre del año 2013, lo cual corresponde a una disminución del 27% entre los períodos evaluados (fig. 3).

### Seguimiento al cumplimiento de metas

En la tabla 2 se presenta el cumplimiento de los atributos que se consideraron metas o estado ideal del proceso.

Con los cambios generados, el personal continuó siendo ágil, comprometido y amable. Se trasmitió al equipo de trabajo el objetivo planteado y se logró una motivación, en cada uno de ellos, porque todos anhelaban ver el cambio.

Al minimizar los movimientos repetitivos, tanto en la recepción como en la toma de muestras, se obtuvieron excelentes tiempos que marcaron la diferencia.

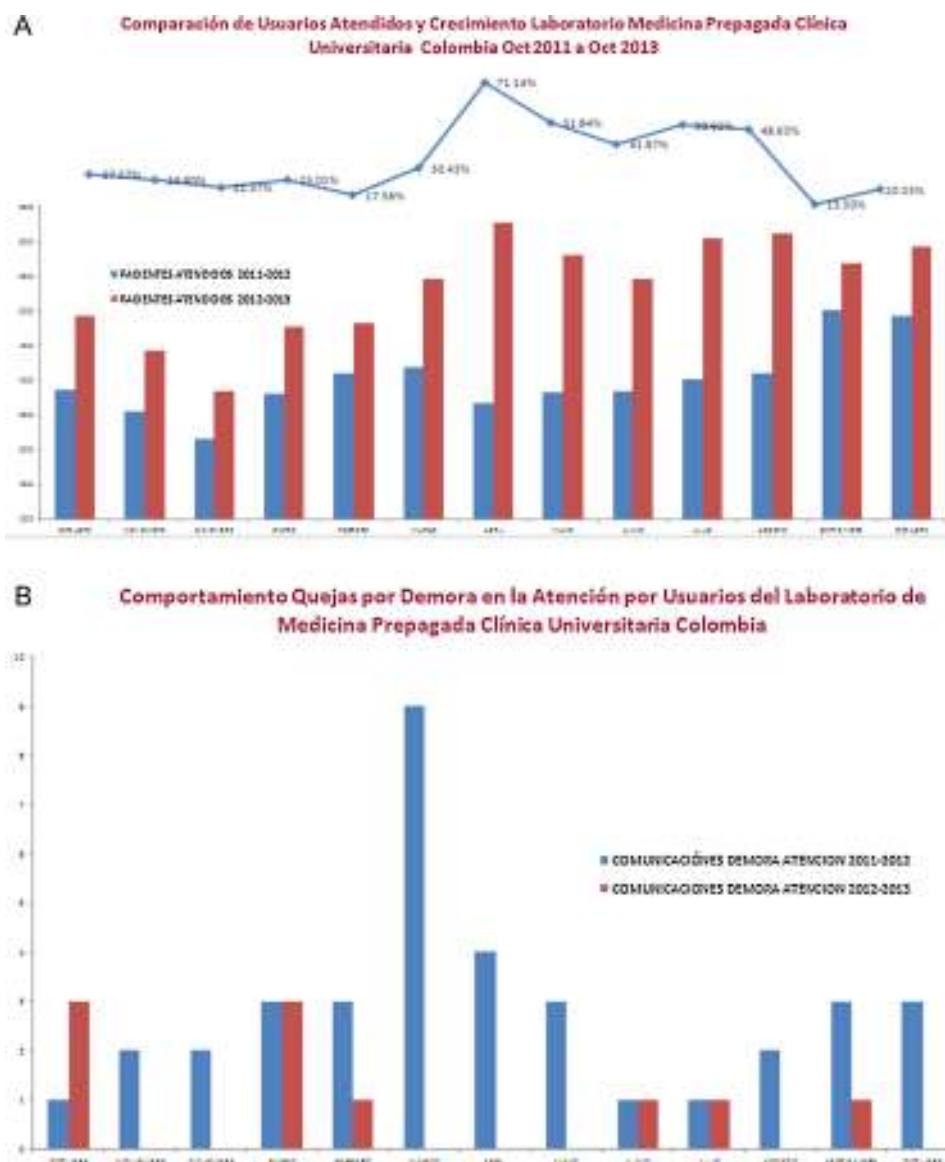
Con relación al transcurso de la jornada se observa variación en los tiempos de atención entre las horas pico y las horas valle.

En la tabla 3 se comparan los tiempos a diferentes horas de atención. Durante el horario de 7:00 a. m. a 9:00 a. m., período considerado como «horas pico», los tiempos se prolongaron; a diferencia de la hora valle comprendida de 9:00 a. m. a 10:00 a. m. Sin embargo, con los cambios o experimentos rápidos fue posible mejorar los tiempos y acercarnos a la meta establecida.

A partir de este momento surgen los indicadores visuales del comportamiento del proceso. Una alerta color rosa indicó que no se cumple la meta y una mano de color verde indicó cumplimiento.

Los cambios observados correspondieron a:

1. Disminución en los movimientos repetitivos en la recepción, los cuales minimizan el tiempo de fila del usuario de 10-12 min y generan una atención más ágil.
2. Organización y clasificación visual de los pacientes prioritarios y ambulatorios.
3. Organización del personal de modo que en fila hay 2 funcionarios a cargo de los pacientes prioritarios y 2 a cargo de los pacientes ambulatorios.
4. Destinación de 2 cubículos de toma de muestras para atención de pacientes prioritarios. Si el número de pacientes prioritarios en espera de atención es alto estos



**Figura 3** Comportamientos de usuarios atendidos.

- Entre el periodo de octubre de 2012 a Octubre 2013 se observa un crecimiento positivo y variable de usuarios atendidos en relación con el mismo periodo del año anterior.
- Se observa disminución en las comunicaciones por demora en la atención en el periodo de octubre de 2012 a octubre de 2013 en comparación con el periodo inmediatamente anterior.

son llamados indistintamente a cualquier cubículo para agilizar su atención y después se retorna al sistema inicial.

5. Se estandarizó el tiempo de toma de muestra entre 3 min y 3,30 min.
6. Se creó la figura de facilitador en la toma de muestras.
7. Se logró el efecto jalón para introducir al personal nuevo en el proceso.
8. Se efectuó el parqueadero de ideas.
9. Se estableció un cronograma para apoyar la toma de muestras, con rotación semanal para un auxiliar de laboratorio.

## Discusión

La metodología Lean permite la mejora continua de los procesos, puesto que con ella se pueden identificar actividades que consumen recursos, tiempo y no aportan valor, y permite modificarlas o eliminarlas<sup>4,9,10</sup>. Sin embargo, tanto en el ámbito local como en el internacional, una de las principales causas de quejas y reclamos es la inoportunidad en la atención debido al aumento de los usuarios del laboratorio<sup>11</sup>. En nuestro trabajo se describe cómo aplicando la metodología Lean en la en el área de toma de muestras del laboratorio clínico se consiguieron mejoras en los procedimientos,

**Tabla 2** Metas definidas para el evento Kaizen

Item N.	Atributos	Criterios de cumplimiento	Estado de Cumplimiento
1.	Conservar rapidez, compromiso y amabilidad	Se evaluaron las características descritas con relación a la oportunidad en la atención, (reflejada por la disminución o mantenimiento del número de quejas por este concepto).	a
2.	Mayor compromiso del personal para impulsar al resto del equipo	El segundo ítem midió el número de funcionarios involucrados activamente en el equipo LEAN del total de funcionarios de la sede.	a
3.	Lograr disminuir los movimientos en los puestos de trabajo	El tercer ítem evalúo la adecuación del puesto de trabajo y cuantificó la disponibilidad de elementos necesarios para la toma de muestras en el sitio de atención.	a
4.	Mayor compromiso en la atención de usuarios.	El cuarto ítem se valoró teniendo en cuenta la disminución de quejas recibidas por actitud del funcionario durante la atención del paciente.	a
5.	Unificar aplicativos informáticos.	El quinto ítem consistió en el logro del objetivo la interfase entre LIS y el software empleado por el personal médico para la emisión de órdenes de laboratorio clínico.	b

Cumplimiento de la mayoría de las metas definidas por el evento de mejora rápida. La letra a señala cumplimiento de la meta y la letra b incumplimiento de esta.

obteniendo como resultado disminución en los tiempos de atención y mayor satisfacción del paciente; esto último se reflejó en una disminución en el número de quejas, que para el año previo al evento en promedio fue de 2,8 quejas por mes y para el periodo posterior a la intervención fue de 0,7 quejas por mes. Hallazgos similares fueron los observados en un estudio realizado en laboratorios clínicos del estado de New York (EE. UU.) en el cual se optimizaron los flujos de trabajo<sup>12</sup>.

Los resultados de disminución de tiempos de atención coinciden con los reportados por Melanson et al., quienes reportaron en su estudio una disminución de tiempos de espera previos a la extracción de sangre de 21 a 11 min aplicando la metodología Lean<sup>11</sup>.

También se evidenció una mayor satisfacción del usuario, con una considerable disminución de las quejas por demora en la atención del 73%. Este hallazgo es consistente

con la mejora en la satisfacción del paciente reportada por Melanson et al., quienes en promedio obtuvieron un 86% de respuestas de «excelente» y «muy bueno» a la pregunta acerca del tiempo de espera en la toma de muestras del laboratorio<sup>11</sup>.

Además, se evidenció cómo mediante el mapeo y el análisis de los procesos se eliminaron tiempos muertos y reprocesos que disminuyeron la eficacia de los recursos.

Se establecieron indicadores visuales de fácil obtención e interpretación, con el fin de monitorizar el comportamiento del proceso y asegurar la permanencia de la mejora en el tiempo. Los logros se han mantenido y sus efectos siguen favoreciendo el desempeño del área, pese al incremento en el número de pacientes atendidos y a la alta rotación de personal en el servicio.

Una de las limitaciones que presenta el trabajo realizado es que aunque hubo manifestaciones de descontento del personal del área de toma de muestras, no se cuantificaron los motivos de queja antes y después de la intervención, lo cual hubiera sido interesante evaluar para ver el impacto de la metodología Lean sobre la satisfacción del personal con relación a su trabajo.

Los objetivos se lograron con una mínima inversión económica, mediante la optimización del trabajo en equipo y la comunicación asertiva. Por tanto, no se requirieron modificaciones en el recurso humano ni en la infraestructura física. Finalmente, en nuestro trabajo se evidencia que la metodología Lean es aplicable para mejorar los procesos de los laboratorios clínicos, mejorando su eficiencia y eficacia, la cual se ve reflejada por una mayor satisfacción y seguridad para los usuarios. Por esta razón se han seguido adelantando eventos de mejora rápida en diferentes áreas y procesos del laboratorio, tales como preparación y remisión de muestras y área preanalítica, entre otras. Nuestra experiencia con la implementación de la cultura Lean ha sido acogida por

**Tabla 3** Comparación de tiempos a diferentes horas de atención

Categorización de los Usuarios	7:00 A 8:00 AM	Meta	Estatus
Prioritarios	20'30''	15	a
Rutina	29'05''	25	a
Categorización de los Usuarios	8:00 A 9:00 AM	Meta	Estatus
Prioritarios	18'30''	15	a
Rutina	25'30''	25	b

Señalización visual del cumplimiento de los tiempos de atención en el horario pico de la jornada de toma de muestras. La letra a significa que estuvo cerca el cumplimiento de la meta y la letra b el cumplimiento de esta.

las directivas y se ha implementado en otros servicios de la institución.

La información científica disponible es escasa con relación a la aplicación de la metodología Lean en la toma de muestras de un laboratorio clínico, por lo cual sería importante que más laboratorios alrededor del mundo describieran las experiencias basadas en esta, dado que es la puerta de entrada del usuario al ciclo de atención del laboratorio.

## Conflicto de intereses

Los autores manifestamos no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Los autores expresamos nuestros agradecimientos al equipo de trabajo Lean del laboratorio clínico de la Clínica Universitaria Colombia por su dedicación para hacer de esta propuesta una realidad, y a la empresa Roche Diagnostics® por su colaboración integral.

## Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.cali.2015.09.001>.

## Bibliografía

1. Lillo R, Salinas M, Lopez-Garrigós M, Naranjo-Santana Y, Gutiérrez M, Marín MD. Reducing preanalytical laboratory sample errors through educational and technological interventions. *Clin Lab*. 2012;58:911–7.
2. Covill L. The LEAN lab: Automation, workflow, and efficiency 2015. *MLO [Boletín electrónico]* 2015 Feb [consultada 27 Mar 2015]; Disponible en: <http://www.mlo-online.com/articles/201502/the-lean-lab-automation-workflow-and-efficiency.php>
3. Knowles S, Barnes I. Lean laboratories: Laboratory medicine needs to learn from other industries how to deliver more for less. *J Clin Pathol [revista electrónica]* 2013 [consultada 13 Abr 2014]; publicada primero en línea: 16 May 2013; doi:10.1136/jclinpath-2013-201624. Disponible en: <http://jcp.bmj.com/content/early/2013/05/15/jclinpath-2013-201624.extract>
4. Novis DA. Reducing errors in the clinical laboratory: A Lean production system approach. *Lab Med*. 2008;39:521–9.
5. Güzel Ö. Lean management model for clinical laboratories. *Turk J Biochem*. 2012;37:30.
6. Bledsoe S, Little J, Wilkinson RS, Mick A. Using lean methodology to improve operational and clinical efficiency. *Am J Health Syst Pharm*. 2013;70:1476–7, <http://dx.doi.org/10.2146/ajhp120547>.
7. Womack JP, Miller D. Going lean in health care Massachusetts: Institute for Healthcare Improvement Cambridge [boletín electrónico] 2005 [consultado Nov 2014]. Disponible en: <http://www.ihi.org>
8. Ortiz C. All-out kaizen-A continuous improvement plan delivers change to the production floor and dollars to the bottom line. *Ind Eng*. 2006;38:30–4.
9. Chow D, Smith S, Fau-Henwick S, Henwick S. Applying Lean management to automation. *MLO [boletín electrónico]* 2009 Oct [consultado Abr 2014]; Disponible en: <http://www.mlo.online.com>
10. Berlitz FA, Haussen ML, Pilger D, Lima LC, Hermes D, Silva F, et al. Successful lean thinking implementation in clinical laboratory. *Clin Chem*. 2006;52 Suppl 6. A148-A.
11. Melanson SEF, Goonan EM, Lobo MM, Baum JM, Paredes JD, Santos KS, et al. Applying Lean/Toyota production system principles to improve phlebotomy patient satisfaction and workflow. *Am J Clin Pathol*. 2009;132 Suppl 6:914–9.
12. Zito JS, Stewart DA. Lean deploys at Centrex clinical labs. *MLO Med Lab Obs*. 2008;40 Suppl 3:32–4.