

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Nombre

Perla Viviana Vieyra Padilla

Número de Cuenta

40110220-2

Orientación

Bioquímica Clínica

Opción de Titulación

Experimental

Tema

“Benchmarking en equipos automatizados de Hematología y Química Clínica en el Laboratorio Clínico”.

Asesor

Dra. Patricia Parra Cervantes

Índice

A. Introducción.....	4
B. Marco teórico	6
1. Proceso de benchmarking	
2. Definición de benchmarking	
3. Tipos de benchmarking	
4. Benchmarking interno	
5. Benchmarking competitivo	
6. Benchmarking funcional	
C. Automatización en Química Clínica	10
1. Fundamento de analizadores de Química Clínica	
2. Modelo architec c8000 marca Abbott	
3. Modelo sincron cx9 marca Beckman Coulter	
4. Tabla abbott	
5. Tabla Beckman	
D. Automatización en Hematología	14
1. Fundamento de analizadores de Hematología	
2. Modelo celldyn 3700 marca abbott	
3. Modelo LH 500 MARCA Beckman Coulter	
E. Planteamiento del problema.....	20
F. Objetivo.....	21
G. Hipótesis	21

H. Metodología.....	23
I. Resultados	25
J. Discusión de resultados	24
K. Conclusiones.....	41
L. Propuesta	42
M. Referencias	43

ANEXO 1 Características de los equipos marca beckman y Abbott en el mercado.

INTRODUCCION

El **laboratorio clínico** es el lugar donde los técnicos y profesionales en análisis clínicos, analizan muestras biológicas humanas que contribuyen al estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. En el laboratorio clínico se analizan muestras biológicas por medio de las diferentes especialidades de análisis tales como bioquímica- también llamada química clínica - hematología, inmunología, microbiología entre otras. En el laboratorio clínico se obtienen y se estudian muestras biológicas diversas, como sangre, orina, heces, líquido sinovial (articulaciones), líquido cefalorraquídeo, exudados faríngeos y vaginales, entre otros tipos de muestras.

El benchmarking es un método sugerido en las organizaciones empresariales para enfrentar con éxito la necesidad de información sobre el entorno y la competencia, realizar diagnósticos de una organización, por medio de comparaciones con otras que tengan semejanzas cercanas o lejanas, ha demostrado su eficacia al proporcionar mejores condiciones y referentes más amplios para la toma de decisiones , y para prepararse ante la competencia que se incrementa cada vez mas ya que permite comprender las mejores prácticas y crear un ambiente cooperativo donde el pleno entendimiento de alto rendimiento y de lo que facilita o permite ser mejor, propicia la mejora de los procesos y el logro de la calidad total o mejora continua.

La realización del benchmarking en las empresas generalmente implica una competencia colaborativa entre las organizaciones que requieren información sobre cómo funcionan y que resultados obtienen otras empresas por lo que acuerdan de manera formal o por medios informales, realizar esta comparación entre ellas asegurando proporcionar la información necesaria para hacerla. De este benchmarking externo o entre organizaciones llamado benchmarking funcional surge el conocimiento de áreas que pueden mejorarse, de formas de fusión parcial o total entre empresas para asegurar su sobrevivencia y crecimiento, pero, obviamente, requiere de la autorización y el acuerdo entre las empresas para poderse realizar. Cuando el diagnostico por comparación se necesita realizar de manera interna entre áreas, plantas, divisiones o procesos de una misma empresa, los acuerdos para proporcionar información y compartir resultados, se hace de manera más directa puesto que es necesario solo un acuerdo interno.

El benchmarking es una técnica que consiste en escoger un criterio de comparación para evaluar la eficacia con que se realiza una actividad, para lo cual, es necesario conocer las principales diferencias, ventajas, fundamentos y especificaciones de los equipos que hay en el mercado, sus capacidades y el tipo de laboratorios y hospitales donde usualmente son requeridos. Dando material para que los alumnos de la carrera de Q.F.B se les facilite el acceso y la comprensión de la tecnología actual.

El presente estudio tuvo como objetivo general dar a conocer la importancia que tiene la automatización en los laboratorios clínicos en el ejercicio de la profesión de QFB mediante el estudio de benchmarking, en este trabajo se abordaron las diferencias de dos tecnologías de equipos de química clínica y hematología con la finalidad de que los alumnos de la carrera de

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

QFB estén enterados de la manera en que se trabaja en el campo laboral y con base a qué se eligen los equipos para éstas áreas, además de dar a conocer que la automatización en ningún momento reemplaza el trabajo del Químico en el campo laboral es por esta razón que se realizó el presente trabajo ya que en la actualidad no se cuenta con un material de apoyo que acerque a los estudiantes a este tema en la carrera de Q.F.B. en la Fes Zaragoza .

En el presente trabajo se analizaron las diferencias entre los equipos de hematología CD 3700 marca Abbott y LH 500 marca Beckman, así como de las diferencias entre los equipos de química clínica marca Beckman Sinchron cx9 y Architect c8000 de Abbott; este análisis se realizó con los resultados arrojados de las encuestas aplicadas a las diferentes instituciones, entre ellos hospitales gubernamentales y privados donde se determinó que la selección de los equipos se basa principalmente en las necesidades específicas de cada laboratorio como lo son el factor económico (costo – beneficio), instalaciones, el aspecto de calidad, servicio al cliente, tipo de equipo y el contacto con la empresa en cuestión.

Con base a la información del presente estudio, para el aspecto de calidad se requiere más del trabajo del QFB ya que es importante la fase pre-analítica, analítica y post-analítica, en estas fases se requiere que el QFB valide cada muestra del paciente, condiciones de reactivos, calibraciones de los equipos hasta las validaciones de los resultados de los pacientes según su probable Dx. Con este estudio se pudieron comparar marcas diferentes para diferentes equipos utilizados en laboratorios.

MARCO TEORICO.

I. El proceso del benchmarking y la automatización.

El uso de métodos automatizados para el análisis sanguíneo en todas sus áreas, incrementa la eficiencia en el funcionamiento de los laboratorios, con resultados muy específicos, mayor rapidez y con menor pero valiosa participación humana, todo con el fin de incrementar la eficaz toma de decisiones en tratamientos, intervenciones, trasplantes seguros y todas las áreas que interesan a laboratorios, es importante mencionar que para un buen Dx (diagnostico clínico) de el o los pacientes se requiere de que la calidad de los resultados emitidos por los equipos sean los más confiables y por supuesto validados por los químicos en cuestión.

La automatización ha hecho posible procesar la gran cantidad de determinaciones que comenzaba a solicitarse a los laboratorios clínicos, de modo que en unos minutos se puede determinar el estado de salud o de degradación de pacientes en salas de urgencias y así poder tomar una decisión acertada sobre el tratamiento a seguir y los estudios a realizar a partir de ahí.

La automatización ha influido decisivamente en el desarrollo de nuevos métodos y pruebas, generando mayor precisión en los análisis, de forma que algunas de las técnicas actuales no hubieran sido posibles sin la automatización. Debido a la gran demanda de usuarios, se abren gradualmente diferentes sedes ubicadas estratégicamente para garantizar cobertura y accesibilidad en la prestación de servicios, así como agilizar los tiempos de entrega de los análisis clínicos y salvaguardar la vida de muchas personas, no obstante actualmente no se cuentan con suficientes servicios de salud para atender las necesidades de la población.

La automatización es de gran importancia ya que ayuda a determinar de forma más específica, correcta, concreta y veloz los diferentes tratamientos a los pacientes en instituciones de gobierno o particulares con lo que se extiende la expectativa y calidad de vida de los pacientes. Desde el punto de vista laboral es muy importante ya que evita el error humano, hace eficiente la administración de información, permite que el trabajador se enfoque en otras actividades reduciendo la cantidad de personal y el personal se vuelve especialista en su materia, siendo un ciclo de eficiencia continuo y económico, debido a que las instituciones (gobierno o particulares) puede enfocar sus recursos económicos a mayor cantidad y/o calidad de insumos para tratamiento y cuidado de pacientes.

Por otra parte, la automatización es un sistema de control cuyo objetivo es controlar procesos con la mínima participación de un ser humano, el ser humano conocido como operador manipula valores de referencia y el sistema de control se encarga de procesar la información, valorarla y ejecutar tareas a través de mecanismos electrónicos, hidráulicos y de potencia.

Los objetivos de la automatización son:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción

Existen diferentes tipos de automatización como son:

La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, por tanto, se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto con rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Un posible inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

La automatización flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora. ⁴

Se ha observado que las necesidades de los pacientes en diferentes naciones empiezan a converger en algún patrón global que ayuda a crear un mercado global. El benchmarking se puede utilizar para evitar diferencias entre los distintos mercados nacionales históricamente distintos y separados, que son frecuentes y que requieren que las estrategias de marketing, las características del servicio y las prácticas operativas se adecuen al usuario y por lo tanto se adapten a las condiciones de un país. ⁴

El benchmarking es una herramienta estratégica relacionada con la búsqueda acelerada de la competitividad de la organización mediante la comparación de lo que hacemos contra lo que hacen los mejores en su clase y cómo lo hacen.

Existen diferentes clasificaciones para el benchmarking.

1. **Benchmarking interno.**
2. **Benchmarking competitivo.**
3. **Benchmarking funcional.**

II. Benchmarking interno.

Consiste en identificar las mejores prácticas en los diversos departamentos, unidades operativas, etc. de la propia organización, para luego poder aplicarlas en otras áreas de la organización que tengan actividades similares. Se entiende por Benchmarking interno a las operaciones de comparación que se pueden efectuar dentro de una misma empresa, unidades de negocio o centros de beneficio, filiales o delegaciones. Esto, en general, es aplicable a

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

grandes compañías, donde lo que se busca es ver qué procesos dentro de la misma compañía son más eficientes y eficaces. Así que se pueden establecer patrones de comparación con departamentos o secciones, tomándolos como estándar para iniciar procesos de mejora continua. Se procede a un chequeo interno de los estándares de la organización, para determinar formas potenciales de mejorar la eficiencia.

III. Benchmarking competitivo.

El objetivo es identificar información específica acerca de los productos, procesos y resultados comerciales de los competidores y compararlos con los de la organización, es la comparación de los estándares de una organización, con los de otras empresas (competidoras). Este suele ser el más conocido por las empresas. Podemos observar, por lo tanto, cómo han funcionado nuevas tecnologías o métodos de trabajo en otras organizaciones. En general consiste en efectuar pruebas de comparación así como investigaciones que permitan conocer todas las ventajas y desventajas de los competidores más directos, este trata de evaluar los productos, servicios y procesos de la organización con actividades similares que ha identificado como las más exitosas de la competencia. Se realiza entre competidores pertenecientes a un mismo sector o actividad. Requiere un intercambio recíproco. Este tipo de benchmarking se enfoca en la identificación de los productos, servicios y procesos de trabajo de los competidores directos de su organización. Su objetivo es identificar información específica y compararlos con los de su organización. El benchmarking competitivo resulta de gran utilidad cuando la empresa busca posicionar los productos, servicios y procesos de la organización en el mercado. Una ventaja muy importante de este tipo de benchmarking es que las organizaciones que son analizadas emplean tecnologías, prácticas, canales de distribución, fuentes de empleo o proveedores internacionales que son idénticos o por lo menos similares. Además de estas ventajas posee otra la cual es el intercambio de información entre organizaciones, pero no sin antes aplicar las reglas básicas relativas a información delicada o sobre patentes.⁶

IV. Benchmarking funcional (genérico).

Comparación con compañías competidoras o no, que sean reconocida por ser las mejores prácticas o procesos que se quieren referenciar.

El benchmarking funcional, identifica la práctica más exitosa de otra empresa, sea o no competidora, pero que se considera líder en un área específica de interés. En muchos casos se puede utilizar información compartida entre empresas de diferentes sectores. Se lleva a cabo entre empresas de un mismo sector, pero que prestan servicios o suministran productos que no son competitivos directamente entre sí. Por tanto, el benchmarking funcional es aquel que comprende la identificación de productos, servicios y procesos de trabajo de organizaciones que podrían ser y no son competidoras directas de su organización. El objetivo del benchmarking funcional es identificar las mejores prácticas de cualquier tipo de organización que posea una reputación de excelencia en el área específica que se esté sometiendo a benchmarking. Este tipo de benchmarking se puede enfocar en cualquier organización de cualquier industria.

V. IMPORTANCIA DE LA AUTOMATIZACION EN QUIMICA CLINICA Y HEMATOLOGIA.

La importancia de la automatización en química clínica y hematología es que permite rentabilizar al máximo los datos analíticos generados por un equipo así como mejorar las propiedades analíticas, precisión, exactitud, sensibilidad y selectividad. También permite aumentar la capacidad de un hospital o laboratorio en la frecuencia de muestreo (toma de muestras a pacientes) y entrega de resultados en tiempos muy breves (1 hora aproximadamente dependiendo del estudio a realizar), reduce el consumo de muestra y reactivo; también hace factible una técnica o un método para analizar los componentes de la sangre, así como reducir costos y errores debido al factor humano lo cual incrementa la seguridad tanto para el paciente como para el laboratorio, con la automatización también se busca la mejora en el Dx y seguimiento de las enfermedades e incremento de la productividad en los laboratorios de análisis clínicos.

La automatización en el laboratorio es una estrategia multidisciplinaria para investigar , desarrollar , optimizar y aprovechar las tecnologías permitiendo los procesos nuevos y mejorados , los profesionales de la automatización del laboratorio son académicos dedicados a la docencia , proveedores dedicados a la venta de tecnologías de punta, investigadores, científicos, ingenieros que realizan investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para aumentar la productividad, elevar la calidad de los datos experimentales , reducir tiempos de ciclo de proceso y permitir la experimentación de otro modo sería difícil.

La aplicación más conocida de la tecnología de automatización de laboratorio es la robótica. De manera más general, el campo de la automatización en química y hematología comprende numerosos actos de laboratorio automatizados, algoritmos de software y las metodologías utilizadas para permitir agilizar, aumentar la eficiencia y eficacia de la investigación científica. La aplicación de la tecnología en los laboratorios en la actualidad requiere alcanzar un progreso oportuno y seguir siendo competitivo.

VI. FUNDAMENTOS DE ANALIZADORES DE QUIMICA CLINICA Y HEMATOLOGIA

Muchas determinaciones efectuadas en el laboratorio clínico se basan en la medición de la energía radiante emitida, transmitida, absorbida o reflejada bajo condiciones controladas, de esta manera se puede decir que los equipos de Química calculan la concentración en sangre de algunos metabolitos midiendo transmitancia, a este principio se le llama espectrofotometría. Por otra parte existen instrumentos que realizan análisis de células, sus formas, concentraciones y distinguen entre los diferentes tipos de células, por medio de transductores que permiten el paso de células según su tamaño, a este principio se le llama citometría de flujo.

Hoy en día existen en el mercado diferentes marcas dedicadas a la venta y distribución de equipo automatizado para Química Clínica, las marcas son Abbott Laboratories y Beckman Coulter por citar algunas, sin embargo las marcas que desarrollan este tipo de tecnologías además de las ya mencionadas son IL Diagnostics, Roche, Siemens Health Care, entre otras. En el mercado existen equipos de bajo y alto rendimiento destinado a las necesidades de cada laboratorio.

VII. AUTOMATIZACION EN QUIMICA CLINICA.

El propósito en la automatización en el área de Química clínica o Química sanguínea es el estudio de los aspectos químicos de la vida humana, con la aplicación de los métodos de laboratorio para el diagnóstico, seguimiento, control de tratamiento prevención y la investigación de la enfermedad.

VII. FUNDAMENTOS DE LOS EQUIPOS DE QUIMICA CLINICA

La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones biológicas entre ellas la química sanguínea. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

Todas las sustancias pueden absorber energía radiante, aun el vidrio que parece ser completamente transparente absorbe longitud de ondas que pertenecen al espectro visible; el agua absorbe fuertemente en la región del infrarrojo.

La absorción de las radiaciones ultravioleta, visibles e infrarrojas depende de la estructura de las moléculas, y es característica para cada sustancia química.

Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida; la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida.

El color de las sustancias se debe a que éstas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y solo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbida.

VIII. MODELO ARCHITEC C8000 MARCA ABBOTT LABORATORIES.

Architec C8000:

El sistema de bioquímica Architect c8000 (imagen 1), alcanza hasta 1200 determinaciones por hora incluyendo iones (800 pruebas fotométricas y 400 pruebas para ion selectivo ISE) con un amplio menú de pruebas disponible, máxima flexibilidad en la priorización de pruebas de urgencias, repeticiones, pruebas condicionadas y rutina garantizando una óptima secuencia de pipeteo. El Gestor Tridimensional de Muestras mejora el rendimiento analítico con el procesamiento inmediato de urgencias y la integración de repeticiones y pruebas condicionadas en el flujo de trabajo. La capacidad de carga es de hasta 217 muestras clasificadas en diferentes áreas según prioridad: Urgencias (35), rutina (150). Las bandejas de transporte de 25 muestras facilitan la carga y descarga de las mismas, así como de calibradores y controles de calidad. La gradilla universal ARCHITECT es auto ajustable a cualquier tipo de tubo lo que elimina la necesidad de adaptadores para procesamiento de muestras, calibradores y control de calidad; Indicadores luminosos informan al usuario del estado de las muestras, pendientes o ya

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

pipeteadas. La detección de coágulos por presión diferencial garantiza la precisión del pipeteo y la calidad de resultados.



Figura 1. Architect c8000, laboratorios Abbott

El sistema Architec c8000 permite hasta 68 reactivos a bordo incluyendo iones y las características de los reactivos son las siguientes:

- Reactivos líquidos y listos para su uso eliminan los errores de la preparación de los mismos.
- ✚ Estabilidad a bordo de hasta 45 días maximizan la eficiencia del reactivo para todas las pruebas excepto enzimas, magnesio y bilirrubinas .
- ✚ El sistema OpenCode facilita el uso de aplicaciones especiales.
- ✚ La estabilidad de las calibraciones de hasta 41 días reducen el tiempo de operador y el gasto innecesario de reactivos.
- ✚ El paso de luz de las cubetas de tan solo 5mm reduce el volumen de reactivo y muestra necesario y los costes asociados. El c8000 comparte la misma ingeniería y patentes tecnológicas que el sistema AEROSSET.
- ✚ Un sistema óptico y longitudes de onda comunes permiten la total compatibilidad de resultados.
- ✚ La tecnología SmartWashT y los agitadores piezoeléctricos aseguran la integridad de las cubetas y la mezcla de reacción y garantizan la calidad de los resultados.
- ✚ ICT (Integrated Chip Technology) permite el análisis de iones Na⁺, K⁺ y Cl⁻ con tan solo 15ul de muestra y el mantenimiento totalmente automatizado. Capacidad para un mínimo de 45000 determinaciones.

Características de software.

- Pantalla táctil con software intuitivo y de fácil manejo, diseñado en entorno gráfico.
- Tiempo de respuesta en pantalla inferior a 3 segundos y un máximo de 2 etapas para ejecutar una tarea.

Benchmarking en la Automatización en Laboratorio

- Ayuda y manuales de operación "on-line", registró automatizado del mantenimiento y guía de entrenamiento disponible en el propio ordenador.
- Capacidad de diagnóstico remoto mediante AbbottLink™
- Seguimiento del Control de Calidad por reglas de Levy-Jennings. Capacidad de almacenamiento de hasta 50.000 puntos.

Cuadro 1. Analitos de Química sanguínea que procesa sistema Architec C8000

ENZIMAS/SUSTRATOS		
Abbott hdl directo	Ac. Biliares	Acido láctico
Acido úrico	Albúmina, Alfa hbdh	Amilasa pancreática
Amonio, Amilasa, lipasa	LDH, Magnesio	AST, Hba1c, ALT
BD, BT, Triglicéridos	Litio, Zinc	PT, Urea, HDL
Ck, Hierro, GGT	Ckmb	Colinesterasa
Cobre	Colesterol	Fosfatasa acida
Fosfatasa alcalina	Creatinina	Fructosamina
Glucosa	Fósforo	LDL
Captación de hierro	Hierro plasma	
ISE		
Cl ⁻ ,	K ⁺	Na ⁺
APLICACIONES LCR		
Glucosa	Proteína	
APLICACIONES ORINA		
Acido úrico	Amilasa	Ca ²⁺
Cl ⁻ ,	Creatinina	Fósforo
Glucosa	Magnesio	Potasio
Proteína	Na ⁺	Urea

IX. MODELO SYNCRON CX9 MARCA BECKMAN COULTER

Synchron CX9

Analizador con sistema random (aleatorio) y abierto para muestras de rutina y urgencias, metodologías cinéticas comprobadas, aplicaciones policromáticas, determinaciones fotométricas y la más reconocida tecnología de electrodos selectivos para electrolitos. Metodología de pruebas por Turbidimetría, Inmunoensayo enzimático, Cinética, Punto final, Electrolitos por ISE (Ion Selectivo, Cl⁻, Na⁺, K⁺, Ca²⁺).

Comprobación del estado del sistema vía pantalla en tiempo real, lavado de cubetas en el propio equipo con comprobación espectrofotométrica de la limpieza y una gran estabilidad de los reactivos; todo ello garantiza una gran confiabilidad analítica.

Un gran menú de bioquímica general, urgencias y químicas especiales. Más de 90 métodos pre programados con códigos de barra disponibles con capacidad de guardar 100 métodos definidos por el usuario

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

El principio de Medición del Synchron CX9 (imagen 2), también utiliza la espectrofotometría de difracción con multiamplitud de onda. Con corrección policromática de hasta 5 longitudes de onda por prueba de manera simultánea; lámpara de Xenón de pulsos como fuente de luz y carrusel de reacción con 80 celdas de reacción de Cristal de Cuarzo con 0.5 cm de ancho. Sistema de lavado y revisión de absorbancia automático.

Capacidad de 900 pruebas/hora, carga continua, 33 reactivos a bordo (23 refrigerados y 8 a temperatura ambiente) y 63 muestras en modo stand by. Carga de Muestras de Emergencia así como carga continua de reactivos sin detener proceso. Programación de 16 perfiles de trabajo y 32 cálculos especiales.

Muestras en tubos primario de 5, 7 y 10 ml o bien, copas de 0.5 y 2.0 ml. Las muestras son montadas en sectores. Cada sector soporta 7 especímenes, los cuales pueden ser copas de muestra o tubos de extracción de sangre sin necesidad de adaptadores.

El volumen que utiliza de muestra va desde 3 a 69 uL y de reactivos entre 200 y 1250 uL, detección y corrección automática de coágulos para trabajar sin interrupciones, temperatura en carrusel de reacción a 37°C ($\pm 0.1^\circ\text{C}$) y en compartimento de reactivos de 5°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) Estabilidad de reactivos dentro de instrumento de hasta 47 días para todas las pruebas excepto enzimas, magnesio y bilirribinas. Inventario de reactivos y otros suministros a bordo del sistema, visible en pantalla y accesible al usuario en cualquier momento. Reactivos, Calibradores y Controles en estado liquido listos para su uso, sin necesidad de esperar que se atemperen. Actualización de datos de calibradores mediante discos de 3.5 pulgadas.

La estabilidad de las calibraciones es de 14 días, y si son del mismo lote pueden extenderse hasta 90 días. Sistema de Auto dilución para muestras que requieren corrección de los resultados cuando los valores están fuera del rango de detección. Proyección de resultados de controles en Grafica de Levey-Jennings y autoevaluación de las reglas de Westgard.

Conexión al sistema de información del laboratorio (LIS) con comunicación bidireccional, lector de código de barra para la carga de reactivos y muestras.



Figura 2. Synchron CX9, Beckman Coulter tomada de laboratorio clínico HGZ1A Venados.

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

PANEL DE PRUEBAS		
Hdl colesterol	Albúmina	Hierro
Acido úrico	Amilasa	Urea
Ast	Bilirrubina directa	Magnesio
Ck	Bilirrubina total	Triglicéridos
Proteínas totales	Fosforo	Ldl
Fosfatasa alcalina	Ckmb	Tibc
Ggt	Colesterol	Cl ⁻ , Na ⁺ , K ⁺
Lipasa	Creatinina	
APLICACIONES LCR		
Glucosa	Proteínas	
APLICACIONES ORINA		
Ácido úrico	Amilasa	Ca ²⁺
Cl ⁻	Creatinina	Fósforo
Glucosa	Magnesio	K ⁺
Proteína	Na ⁺ ,	Urea
PROTEINAS ESPECIFICAS Y TDM		
Acido valproico	Proteína c reactiva	Factor reumatoide (FR)
Antiestreptolisina	Fenitoina	Difenilhidantoina

Cuadro 2. Analitos de Quimica sanguínea que procesa sistema Synchron CX9, Beckman Coulter

X. AUTOMATIZACION EN HEMATOLOGIA

El hemograma o biometría hemática es un auxiliar en el diagnóstico y seguimiento de anemias, leucemias, pacientes con quimioterapias, síndrome febril e infecciones, es uno de los estudios de rutina de mayor importancia, ya que da una idea confiable del estado general de salud del paciente.

Existen dos tipos de tecnologías utilizadas en este tipo de instrumentos, uno por impedancia y el otro por dispersión de luz .Todo equipo automatizado, suministra dos tipos de resultados: un informe numérico y un informe grafico (histogramas), y ambos poseen un software que contiene toda la información utilizando abreviaturas en ingles de utilidad en el informe numérico.

En el histograma se utilizan gráficas de frecuencias de volúmenes celulares representados en el eje X graficado contra un numero relativo representado en el eje Y; por ser relativo, no tiene un

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

equivalente numérico real. El eje X se expresa en femtolitros (fl). En condiciones normales, en el informe se observan curvas cónicas o cóncavas, que en su mayoría son modales, excepto la de plaquetas.

Equipos automatizados por impedancia.

El principio de impedancia en el conteo de células sanguíneas se basa en el aumento de la resistencia producida cuando una célula sanguínea con baja conductividad pasa a través de un campo eléctrico. El número de intermitencias indica la cantidad de células sanguíneas y la amplitud de cada intermitencia es proporcional al volumen de la célula. Ejemplos de instrumentos con este principio son el Contador Coulter de Beckman Coulter y los instrumentos de Cell-Dyn de Abbott Laboratories.

Equipos automatizados por dispersión óptica.

El principio de la dispersión óptica de la luz en el conteo de células sanguíneas se basa en las mediciones de la dispersión de la luz obtenidas de una sola célula sanguínea que pasa a través de un haz de luz (óptico o láser). Estas células crean una dispersión hacia delante y lateral las cuales se detectan mediante fotodetectores. El grado de dispersión hacia delante es una mediación del tamaño de la célula mientras que el lateral es una medición de la granularidad de la célula. Ejemplos de instrumentos con este principio son los Technicon H System, y algunos modelos de Cell-Dyn.

XI. FUNDAMENTO DE LOS ANALIZADORES HEMATOLOGICOS

W. Coulter describió su método "El instrumento emplea un sistema de medición no óptico que provee un rango de medición que excede las 6.000 células individuales por segundo con un intervalo de conteo de 15 segundos. Una suspensión de células sanguíneas es pasada a través de un pequeño orificio simultáneamente con una corriente eléctrica. Las células sanguíneas individuales pasando a través del orificio producen un cambio de impedancia (resistencia) en el orificio el cual está determinado por el tamaño de la célula. El sistema cuenta las células individuales y provee distribución de tamaños. El número de células contadas por muestra es aproximadamente 100 veces mayor que los recuentos microscópicos, reduciendo el error estadístico aproximadamente 10 veces.

El número de pulsos eléctricos indica la cantidad de partículas que pasan a través de la apertura y el tamaño de los pulsos es proporcional al volumen de las partículas. Los contadores modernos aún siguen usando este método, el cual es el método de referencia para recuentos de células.

XII. MODELO CELLDYN 3700 MARCA ABBOTT

Cell-Dyn 3700

El sistema CELL-DYN 3700 (Imagen 3), combina las tecnologías de dispersión de luz óptica y de impedancia, incluyendo la tecnología de separación mediante difusión luminosa polarizada en diferentes ángulos (MAPSS) para automatizar por completo los recuentos de células sanguíneas (CBC) y el diferencial de cinco partes y para mejorar el funcionamiento y la productividad en ambientes de gran exigencia.

- Automatización con 24 parámetros (diferencial en 5 partes)
- Diferencial leucocitario de cinco partes
- 90 muestras por hora
- Disponible como un sistema de muestreo con un único tubo cerrado o con un muestreador de 100 posiciones
- Procedimiento de dilución de reticulocitos de un único paso
- Completo gestor de datos con capacidad de almacenamiento 10.000 muestras con gráficos
- Hardware y software mejorados para futuras posibilidades

El sistema CELL-DYN 3700 utiliza el revolucionario concepto de tecnologías complementarias para incrementar la exactitud y la eficiencia de los laboratorios de hematología con mucha carga de trabajo. Mediante la realización simultánea de mediciones ópticas y de impedancia en hasta un máximo de 10.000 leucocitos, el sistema puede seleccionar la metodología adecuada para la patología existente. El sistema Cell Dyn 3700 tiene características para cumplir con la demanda de automatización para el tamizaje de hemogramas, extensa información de la muestra, confiabilidad, economía y seguridad.

Diferencial de 5 partes:

WBC, Neu %, Neu#, Lin%, Lin#, Mon%, Mon#, Bas%, Bas#, Eos%, Eos#, Bandas%, Granulocitos inmaduros%, Blastos%, Linfocitos atípicos%.

RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, RDW, PLT, PCT, MPV, PDW, Ret%, Ret# e IRF 3 histogramas reportables.

Separación y diferenciación de eritrocitos nucleados, eritrocitos resistentes a la hemólisis y agregados plaquetarios, del recuento de glóbulos blancos, eliminando la interferencia en los recuentos finales. Banderas de alarma y mensajes interpretativos. Incrementa la sensibilidad y especificidad de las alarmas de las células blancas. Imprime mensajes interpretativos para las tres poblaciones celulares en el reporte del paciente. Estabilidad de resultados en muestras sanguíneas dentro de las 24 horas de extracción.

El modelo Cell Dyn 3700 SL posee un muestreo por cargador automático con capacidad de montar a bordo hasta 100 tubos simultáneamente y muestreador de tubo abierto. El sistema cuenta con las siguientes tecnologías:

TECNOLOGIA M.A.P.S.S.

Es utilizada para el análisis y diferenciación celular leucocitaria, las células son clasificadas con base en la dispersión de la luz en 4 ángulos diferentes causada por la estructura y características ópticas de refracción de luz laser. Permite eliminar los eritrocitos nucleados del recuento leucocitario. Tecnología utilizada para efectuar el diferencial de 5 partes y la evaluación de la distribución celular en las cuatro regiones de alarma. Aumenta la linealidad de los recuentos celulares. Al recuento óptico de glóbulos blancos por citometría de flujo se le denomina WOC (white optical count)

IMPEDANCIA ELECTRICA

Verifica el número del recuento de glóbulos blancos efectuados por citometría de flujo. Utilizada para eliminar la interferencia de hematíes resistentes a la hemólisis, del número del recuento leucocitario efectuado por citometría de flujo. Al recuento de glóbulos blancos por la tecnología de impedancia se le denomina WIC (white impedance count).

FOTOMETRIA

Utiliza un diodo emisor de luz (L.E.D.) para la medición de hemoglobina. El LED es un dispositivo que no requiere de calibraciones ni recambios continuos debido a su estabilidad en la emisión de luz. Utiliza el método de cianometahemoglobina modificado. Un filtro con longitud de onda de 540 nm se utiliza para realizar la lectura.

CITOQUÍMICA

1. Técnica utilizada para la tinción y medición de reticulocitos Utiliza la tinción con tiazino nuevo azul de metileno la medición se lleva a cabo en el citómetro de flujo.
2. Reglas de Westgard para monitorización del control de calidad y Graficas de Levy-Jennings.
3. Carga de valores de control y transferencia de información desde disquete
Opción de programa X-B para control del instrumento al procesar muestras de pacientes.

Cuadro 3. Panel de pruebas de sistema cell-dyn 3700 Abbott

PANEL DE PRUEBAS	
Glóbulos Blancos (WBC)	Glóbulos Rojos (RBC)
Eosinófilos (EOS)	Hemoglobina (Hg)
Basófilos (BAS)	Hematocrito (HCT)
Monocitos (MON)	Volumen Corpuscular Medio (MCV)
Linfocitos (LIN)	Ancho de distribución de Rojos (RDW)
Neutrófilos (NEU)	Hemoglobina Corpuscular Media (MCH)
Amplitud de Distribucion Eritrocitaria (ADE)	Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (MCHC)

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

Procalcitonina (PCT)	Plaquetas (PLT)
Ancho de distribución de Plaquetas (PDW)	Volumen Plaquetario Medio (MPV)



Figura 3. CELL-DYN 3700, Abbott Laboratories. Tomada en laboratorio clínico HGZ 2A Troncoso.

XIII. MODELO LH 500 COULTER.

Coulter LH 500.

El autoanalizador Coulter LH 500 de Hematología ayuda a incrementar la productividad, mejora la linealidad, perfecciona las alarmas para detectar deficiencias en la forma de las células y reduce las falsas alarmas, es un diseño compacto que se acomoda a laboratorios pequeños. Además ofrece gran sensibilidad, especificidad y eficiencia en el análisis diferencial de células blancas. Se pueden definir reglas según la población regular de cada laboratorio. Se pueden procesar pruebas de urgencias con una mínima interrupción de la lista de trabajo ya programada.

Permite la carga continua de muestras lo cual ayuda a que el químico se dedique a realizar otras actividades mientras en analizador hace su trabajo. Existen diferentes modelos de la serie LH, y entre todos ellos los reactivos son compatibles. Resultado rápido para un menor tiempo de respuesta, 75 muestras/hora, Aspiración de muestra del modo automático de 185 uL y del modo manual de 125 uL.

Tabla 4. Panel de pruebas de sistema LH 500 Beckman Coulter

PANEL DE PRUEBAS	
Glóbulos Blancos (WBC)	Glóbulos Rojos (RBC)
Eosinófilos (EOS)	Hemoglobina (Hg)
Basófilos (BAS)	Hematocrito (HCT)
Monocitos (MON)	Volumen Corpuscular Medio (MCV)
Linfocitos (LIN)	Ancho de distribución de Rojos (RDW)
Neutrófilos (NEU)	Hemoglobina Corpuscular Media (MCH)

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

Amplitud de Distribución Eritrocitaria (ADE)	Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (MCHC)
Procalcitonina (PCT)	Plaquetas (PLT)
Ancho de distribución de Plaquetas (PDW)	Volumen Plaquetario Medio (MPV)



figura 4. LH 500, Beckman Coulter. Catalogo 2007

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los pacientes son los principales beneficiados con la automatización ya que ha permitido diagnosticar enfermedades y establecer tratamientos de manera eficiente y rápida evitando el desarrollo o complicaciones en las enfermedades, es por esto que la automatización ha influido también en la reducción de tasas de mortalidad.

Desde el punto de vista operativo, la automatización en el laboratorio clínico ha permitido el desarrollo de nuevos métodos y pruebas para el análisis de grandes volúmenes de muestras de tal manera que algunas de las técnicas de análisis no serian posibles sin la automatización. Hoy en día el trabajo del Químico Farmacéutico Biólogo (Q.F.B) en el ámbito de la Bioquímica Clínica ha sido parcialmente sustituido por la tecnología, fundamentalmente al utilizar equipo automatizado. Esta parcialidad corresponde a que los resultados emitidos por los diferentes equipos no pueden remplazar ni garantizar un resultado adecuado y seguro para el diagnóstico y/o tratamiento oportuno para cada paciente con el mínimo riesgo, el análisis del Q.F.B juega un papel fundamental en el laboratorio en este rubro.

El problema que se está planteando es cual ha sido el impacto de la automatización en el desempeño de los laboratorios y en la actividad de los Q.F.B, si ésta ha sido reemplazada o no y como lo han experimentado los trabajadores en el sector privado y público. Se analizo la importancia que tiene que los Q.F.B estén actualizados en conocimientos tecnológicos y que conozcan la importancia que tienen estos conocimientos para desempeñar una labor de excelencia.

La velocidad con que la tecnología avanza, obliga al Q.F.B a estar actualizado día con día, de tal forma que su conocimiento requiere estar a la par de los cambios en su ámbito de trabajo, para que su desempeño le permita dar resultados confiables, eficaces y eficientes con calidad.

El tipo de equipamiento en los laboratorios de análisis clínico se clasifica de acuerdo al número de población que atiende la institución y al número de pruebas que realiza el instrumento, para ejemplificar que existe equipos tipo 1 (600-900 pruebas por hora), tipo 2 (950-1200 p/h) y tipo 3 (1200-1600 p/h). Cada institución decide con base en su demanda el tipo de equipamiento que requiere la unidad. En cuanto al volumen de muestra que utilizan los instrumentos, en algunas instituciones como lo es pediatría donde el 45 % de la población son neonatos los volúmenes de muestras son muy pequeños y se requiere por lo tanto equipos que cuenten con alta sensibilidad, exactitud y precisión.

El benchmarking aplicado en este trabajo, permitirá conocer cuál ha sido el impacto de la automatización en el ámbito bioquímico clínico y su repercusión en el mercado laboral de los Q.F.B. y así permita obtener elementos susceptibles de ser considerados en la formación profesional que es una de las razones de esta investigación. Otra razón, es que este estudio permita hacer hincapié en que el análisis clínico automatizado no sustituye al Q.F.B sino que debe ser solo una herramienta para el manejo de datos pero que de ninguna manera sustituye sus conocimientos, su visión y toma de decisiones en el diagnóstico oportuno para el seguimiento y tratamiento del paciente.

En esta investigación se abordará la automatización exclusivamente para el área de química clínica y hematología considerando las variables que se han mencionado anteriormente como calidad, tipo de equipamiento, volumen de muestra, apoyo al diagnóstico, los resultados tal y como lo permite un estudio de benchmarking será realizado mediante estadística no paramétrica.

OBJETIVO

Realizar un estudio de benchmarking sobre el impacto que ha tenido la automatización en las áreas de química clínica y hematología en el campo laboral para el Q.F.B., con la finalidad de dar a conocer a los estudiantes de dicha carrera, las tecnologías, métodos de análisis y conocimientos necesarios, así como la importancia de éstos y su aplicación en el diagnóstico clínico para el seguimiento y tratamiento del paciente y hacer eficiente el trabajo en un laboratorio en el campo laboral a través de la aplicación de encuestas en los laboratorios privados y de gobierno.

HIPOTESIS

El impacto de la automatización es positivo en tanto que el QFB en el mercado de trabajo realiza las actividades de forma más eficaz y eficiente.

El impacto de la automatización es negativo en tanto que el QFB en el mercado de trabajo puede ser sustituido fácilmente por técnicos laboratoristas y hasta auxiliares de laboratorio.

A través del benchmarking se determinará que no existe diferencia significativa entre los equipos utilizados en los laboratorios para las determinaciones (Química sanguínea y Hematología) en cuanto a los resultados emitidos por los equipos.

METODOLOGIA.

1. Establecer aquellos factores que serán analizados a través del benchmarking para identificar parámetros de tecnología en los equipos de hematología y química sanguínea, cuya mejora permitirá la obtención de mejores resultados para los pacientes para un mejor tratamiento.

Los factores a evaluar son los siguientes:

2. Determinar las categorías del benchmarking en el laboratorio clínico desde el punto de vista del usuario en relación a métodos analíticos, características de los equipos, control de calidad y conocimientos.
3. Elaborar el instrumento para aplicar la encuesta.
4. Determinar la población de análisis para el estudio. Realizar encuestas en laboratorios particulares y laboratorios de hospitales del IMSS. Analizar los datos de manera estadística utilizando gráficos **de venn**.
5. Población de estudio: investigadores, jefes de laboratorio de Hospitales Generales del IMSS, académicos, egresados y/o pasantes de carreras a fines al área de Bioquímica Clínica en laboratorios particulares y del IMSS, todos ubicados en la Ciudad de México.

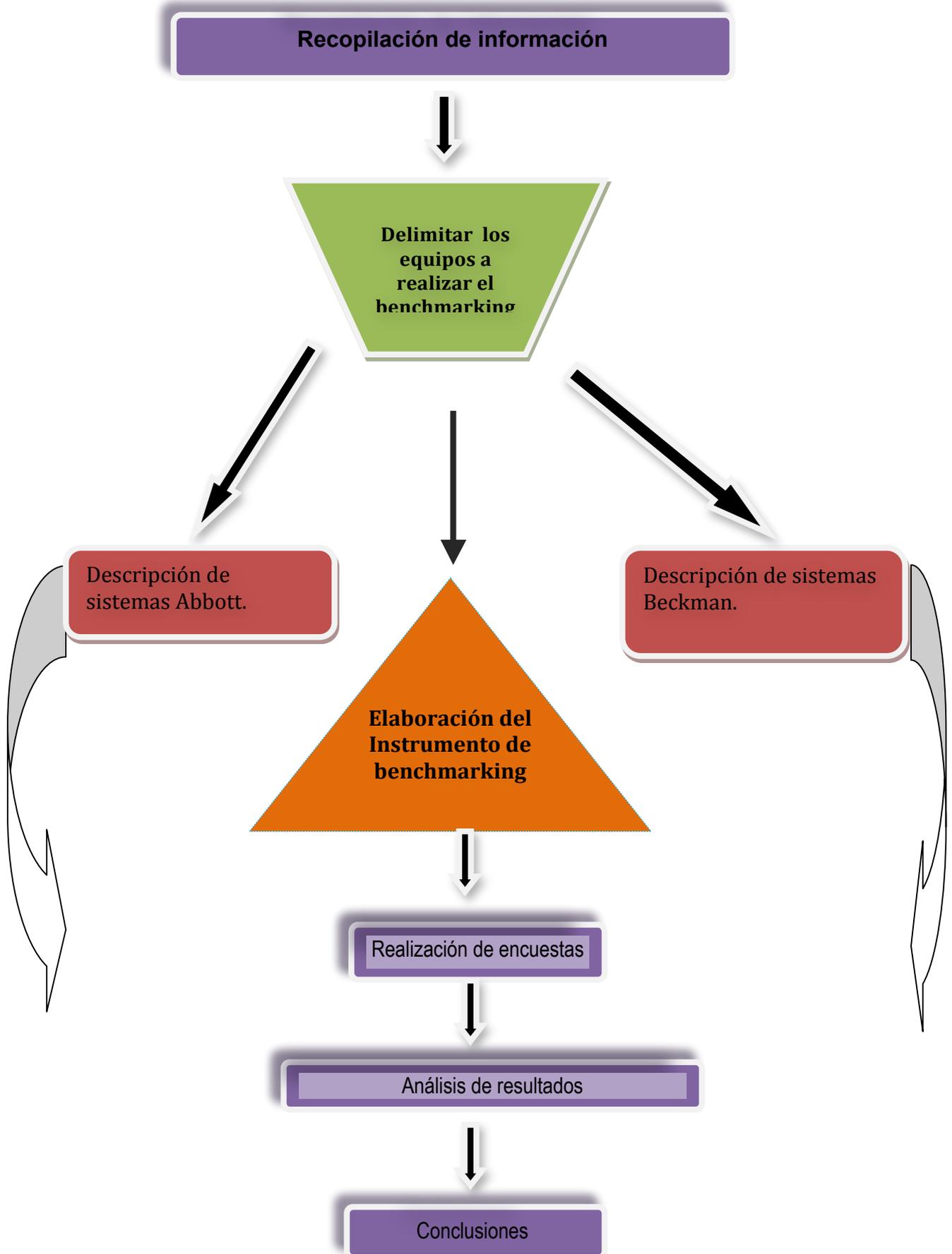
Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

6. Para la categoría métodos analíticos: fundamentos teórico - científico de los principios de funcionamiento utilizadas en instrumentos de Hematología (celldyn 3700, LH 500 y Bioquímica Clínica CX9 y c8000), los cuales son espectrofotometría, impedancia, ISE (Ion Selective Electrode) y citometria de flujo.
7. Para la categoría control de calidad: serán considerados las reglas de westgard (desviaciones estándar) y los gráficos de Levy-Jennings , entre otros.
8. Para la categoría de equipo: serán considerados los aspectos relativos a ingeniería, aplicaciones y entrega de bienes para el rubro de servicios, equipos de mayor incidencia en el mercado con base a la atención recibida por el proveedor, uso y aplicación relativos a la eficiencia y la eficacia por mencionar algunos.
9. Identificar fuentes de información y documentación, investigar en libros, catálogos, páginas web, registros sanitarios de reactivos y manuales de los fabricantes, las características que permiten al usuario tener una mejor visión de cómo elegir sus equipos de trabajo.
10. Los fabricantes involucrados en el proceso de benchmarking para este trabajo serán Abbott Laboratories y Beckman Coulter ,una vez identificados los factores que se indagarán, se deberá identificar aquellas áreas que por su competencia puedan proveer de información valiosa para el desarrollo del estudio.

Determinación del método para la recopilación de datos.

- Información interna. Resultado del análisis de los equipos de los fabricantes, así como aquellos que se encuentran en diversas fuentes de información documental, en relación al desempeño de los mismos.
 - Información obtenida a partir de las encuestas. Aplicar encuestas a Químicos propietarios de laboratorios clínicos particulares como Laboratorio Biomédicos S.A. de C.V, Químicos académicos, Químicos trabajadores en IMSS esto con la finalidad de conocer todas las ventajas y desventajas sobre el impacto de la automatización.
 - Información del dominio público. Proveniente de bibliotecas, bases de datos, asociaciones profesionales o mercantiles, de consultores o de expertos, de estudios externos.
11. Realización del análisis comparado al establecer las diferencias y similitudes entre los resultados obtenidos mediante las diversas fuentes de información y en relación a las categorías de análisis establecidas.

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris



RESULTADOS

Química Abbott

Química Beckman

Hematología Abbott

Hematología Beckman

ANALISIS DE RESULTADOS

Con base en la metodología descrita anteriormente se trabajo con cada uno de los aspectos relacionados con las variables de los equipos que fue desde del control de calidad interno, categoría de equipos (tiempos, interfase, dimensiones, confiabilidad y velocidad), atención al cliente (figura 1.)

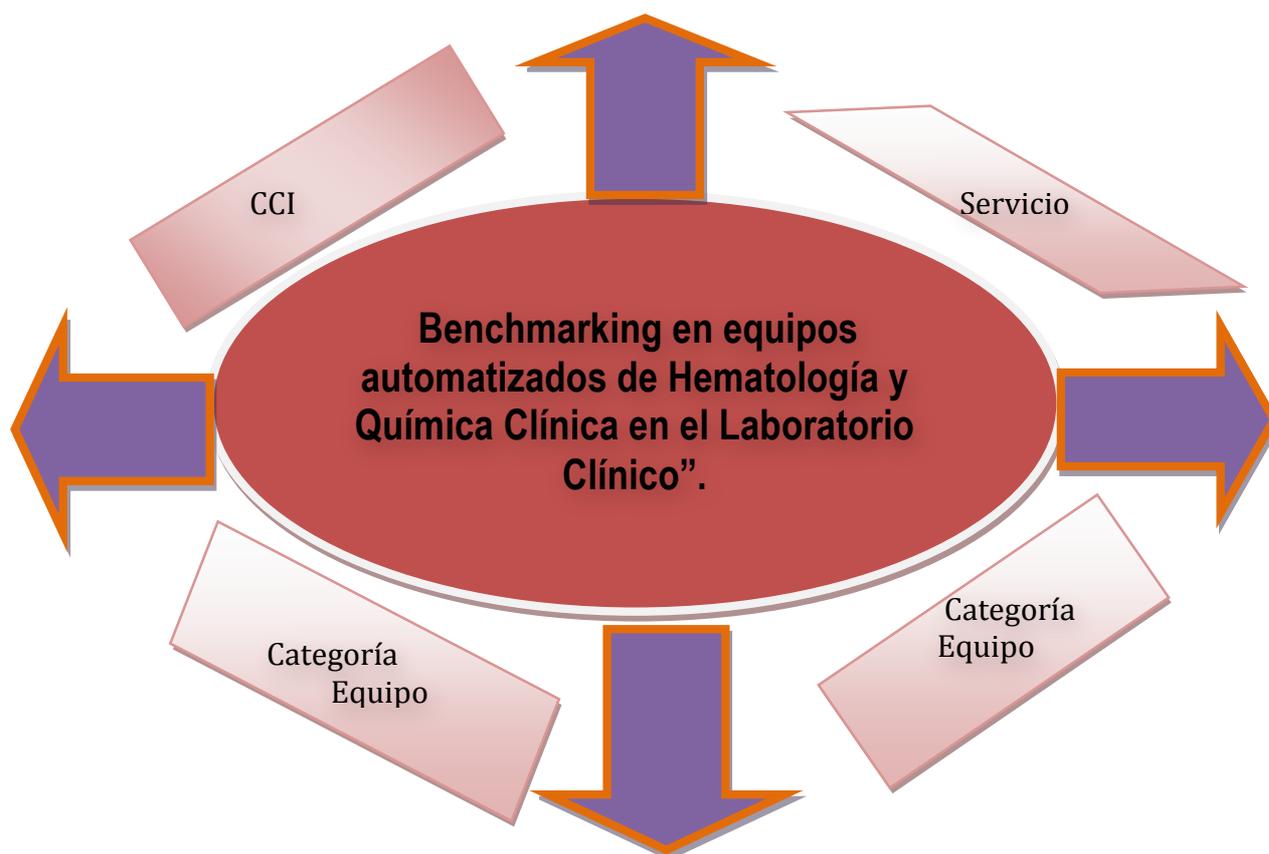


Figura 1. Componentes del benchmarking en laboratorio clínico

Los equipos automatizados de química clínica y hematología son de suma importancia para la realización de los estudios y el tratamiento oportuno de los pacientes en cuestión, para el estudio comparativo que se realizo de verificar cual es la marca de preferencia para los laboratorios de análisis clínicos, se eligieron ciertas variables las cuales fueron analizadas para determinar los indicadores que servirán en el monitoreo de la situación que en los laboratorios se vive al elegir una marca para la realización de estudios y verificar con ello cual es la de preferencia.

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

Los resultados obtenidos en las encuestas, sirvieron para determinar las características más importantes de los equipos analizados de las dos marcas Abbott y Beckman respectivamente. Dentro de los resultados que se presentan a continuación se describen cada uno de los aspectos más importantes de cada equipo en cuestión, así mismo se realiza un análisis detallado de los factores que involucran los componentes para la elección de un equipo, cada punto se trata partiendo de lo general a lo específico.

El Benchmarking en equipos automatizados de Hematología y Química Clínica en el Laboratorio Clínico contempla la integración de un sistema de recopilación de información, la recopilación de esta información se realizó a través de los jefes de laboratorio de hospitales gubernamentales y de laboratorios privados. El objetivo a futuro es que, los alumno de QFB del área clínica puedan visualizar las áreas de oportunidad que la tecnología en el laboratorio clínico brinda para la eficaz y eficiente entrega de resultados oportuno al paciente en cuestión, esto con la finalidad de que el alumno en su vida laboral tenga la oportunidad de estar consciente de la importancia del desempeño en su trabajo, los alcances que este tiene y que en ningún momento la tecnología reemplaza el trabajo del químico en el laboratorio dado que los equipos automatizados solo son un complemento del trabajo del QFB.

Para obtener la elección de un equipo para laboratorio clínico se requiere del conocimiento técnico y básico del QFB, así como el conocimiento básico de las necesidades del propio laboratorio, esto con la finalidad de generar gastos innecesarios en la elección.

Para el presente trabajo se realizó un cuestionario de 18 preguntas de las cuales 3 correspondían a la categorías CCI, 9 preguntas correspondían a la categoría equipo y 6 preguntas a la categoría servicio al cliente de estas preguntas se hizo énfasis del tipo de equipo con el cual cuentan en las unidades medicas, estas preguntas se realizaron a los hospitales gubernamentales y privados, para la obtención de los resultados, se separaron los cuestionarios que correspondían a los equipos del proveedor A (beckman) y B (abbott) de los cuales se sacó una ponderación para cada categoría utilizando escala de Likert.

El control de calidad en el Laboratorio se basa en controlar los resultados que emite el Laboratorio. Es muy importante porque la calidad de los resultados analíticos puede afectar a la salud de las personas y puede traer importantes consecuencias económicas.

Los objetivos principales de un control de calidad interno son los siguientes:

1. Asegurar que los datos producidos por un determinado método analítico son científicamente válidos, defendibles ante terceras personas y tienen un valor conocido y aceptado así como precisión y exactitud.
2. Evaluar de forma real la capacidad funcional habitual de un Laboratorio con respecto a otros.
3. Identificar problemas a medida que surgen.
4. Resolver los problemas en las fases pre-analítica y analítica para mejores resultados.

El control de calidad se basa en datos estadísticos que se obtienen de la repetición de los ensayos. Se realizan un conjunto de experimentos sistemáticos encaminados a asegurar la precisión y la exactitud de los análisis.

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

Hoy en día los laboratorios clínicos presentan errores sistemáticos y aleatorios los cuales afectan a la calidad del resultado de la muestra de los pacientes y para eso el o los Químicos que validan los resultados requieren de un control de calidad interno que les indique como el equipo está trabajando, es decir, si esta dentro de las especificaciones que el fabricante propone para poder validar un resultado en cuestión , para esto , se requieren preparados comerciales de referencia los cuales pueden ser liofilizados o bien hidratados. Dentro del análisis del control de calidad interno se requieren los gráficos de Levey-Jennings. Para la interpretación de este grafico se necesita procesar una muestra control una vez al día o una vez por turno esto es dependiendo la carga del o los laboratorios, una vez procesadas las muestras se anotan los resultados del análisis. Cuando se tiene como mínimo 20 determinaciones se hace la interpretación del gráfico. En la gráfica se apunta el valor medio esperado que es el valor que resulta de la media de todos los valores de las muestras de referencia analizadas. El valor medio esperado se utiliza para valorar la precisión del método. En el caso de la exactitud el valor medio de referencia que tiene la muestra control cuando es suministrada por el Laboratorio de referencia.

En el total de los laboratorios encuestados para los equipos de química y hematología marca abbott el beckmarking representa el 90 % de confiabilidad y reproducibilidad de manera cualitativa, lo cual es significativo para los químicos usuarios y jefes de laboratorio para poder validar resultados de pacientes clínicamente patológicos y no patológicos.

En el presente estudio se realizaron encuestas a los laboratorios gubernamentales y del sector privado , dentro de las encuesta se realizaron preguntas como por ejemplo, si los resultados de los informes emitidos por los equipos eran confiables, si deberían todos los equipos ser reproducibles para validar un resultado de paciente , si es importante el volumen de muestra para poder procesar un analito, si la entrega de resultados debe de ser oportuna y eficaz , si el trabajo del químico es remplazado por los equipos automatizados, si la velocidad del o los equipos es importante y si consideran que el servicio que brinda el proveedor es importante para poder elegir el equipo de interés, la población total de encuestados fue de 21 QFB .

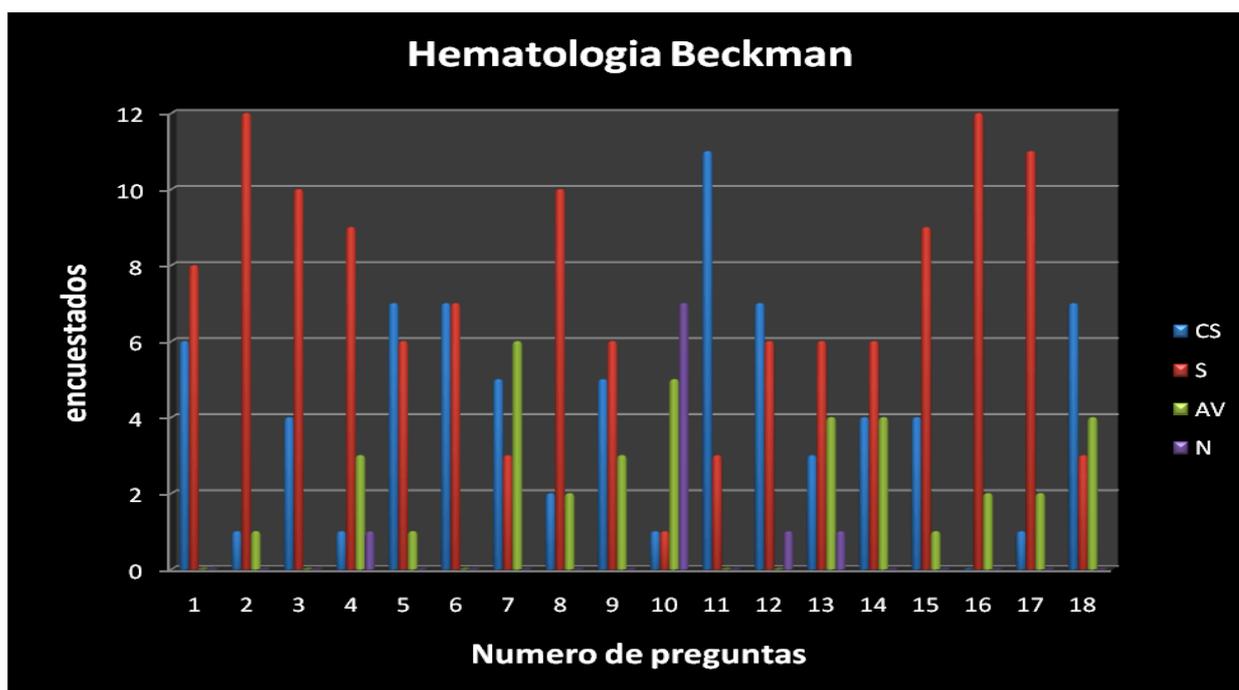
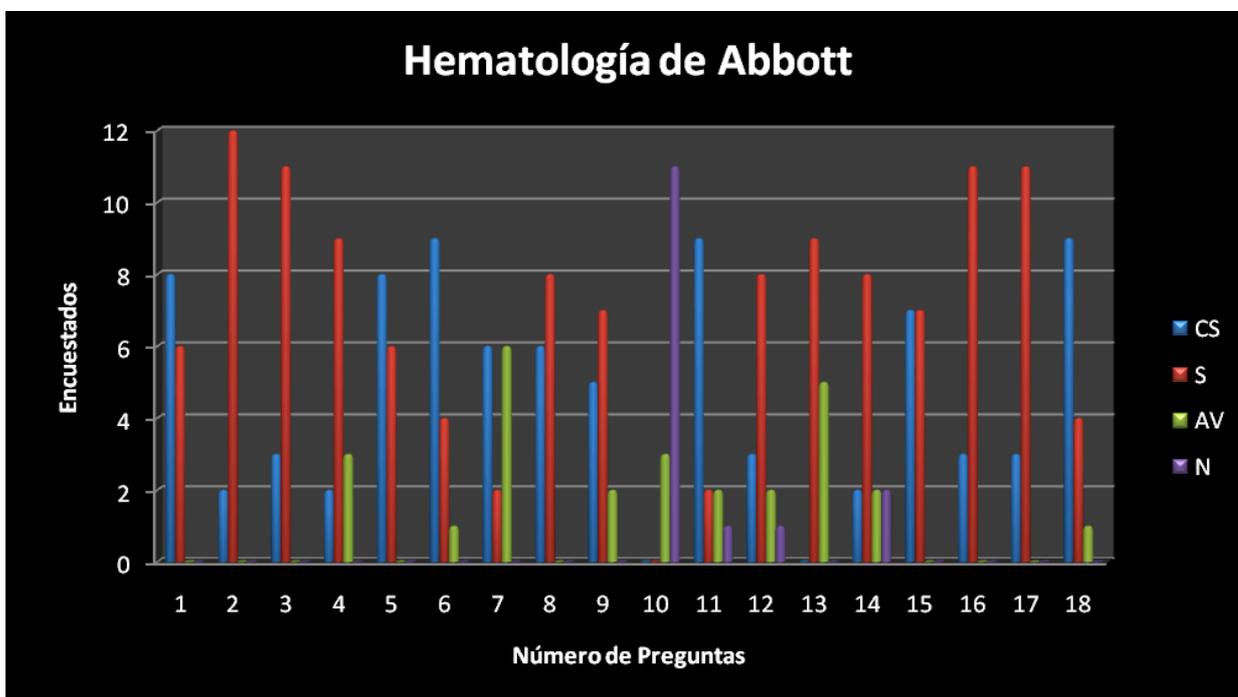


Figura 2. Grafico representativo de resultado de encuestados para equipo LH 500 marca Abbott. Donde CS= casi siempre S= siempre AV= a veces y N=nunca



Fuente: elaboración propia con base en las respuestas obtenidas por usuarios encuestados.

Donde CS= casi siempre S= siempre AV= a veces y N=nunca

Figura 3. Grafico representativo de resultado de encuestados para equipo celldyn 3700 marca Abbott .

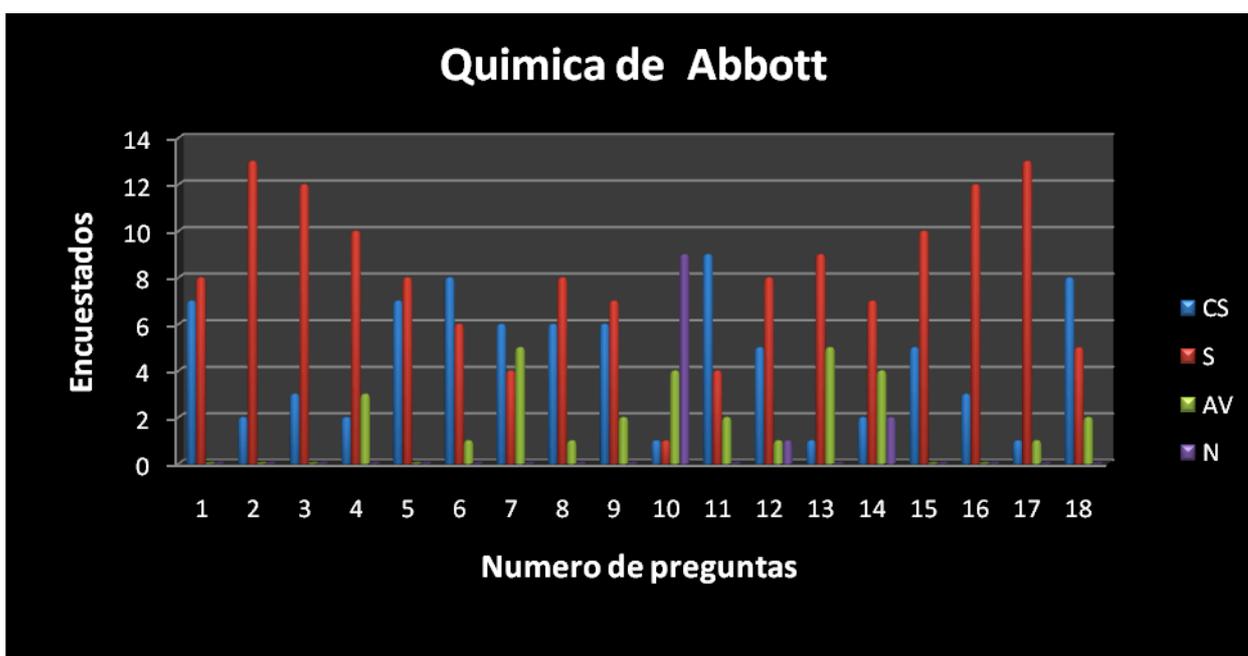


Figura 4. Grafico representativo de resultado de encuestados para equipo Architec c8000 marca Abbott .Donde CS= casi siempre S= siempre AV= a veces y N=nunca

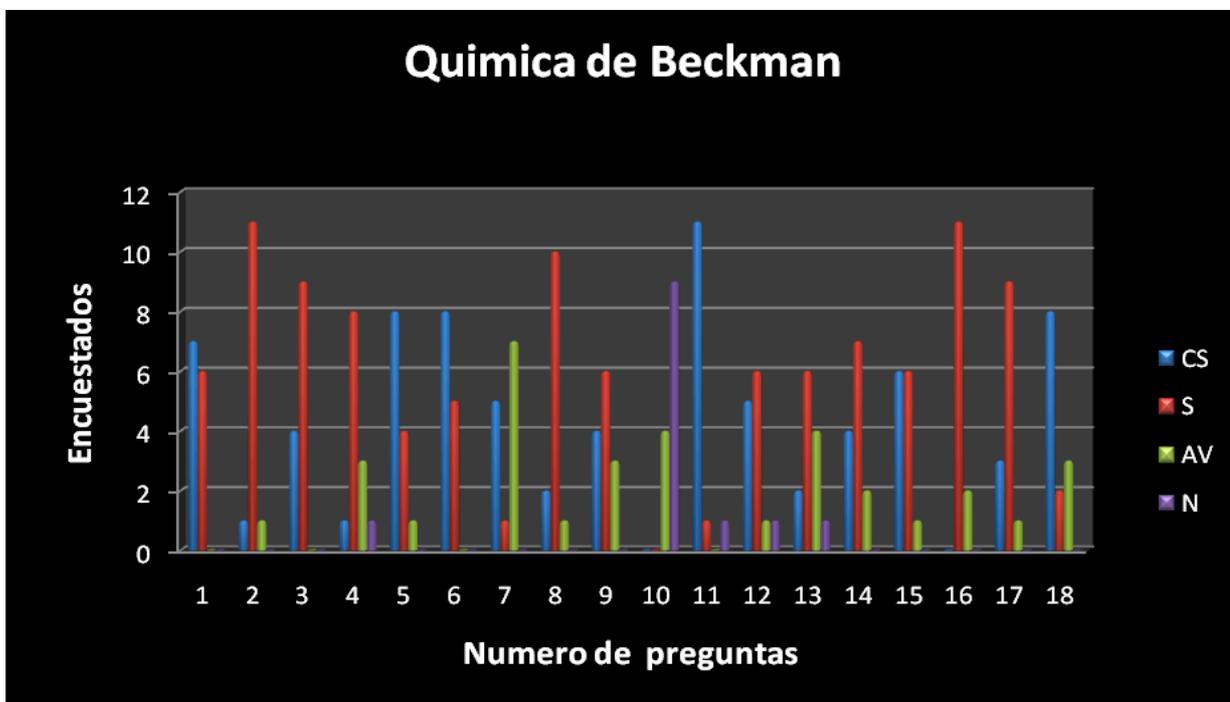


Figura 5. Grafico representativo de resultado de encuestados para equipo sincron CX9 marca Beckman coulter . Donde CS= casi siempre S= siempre AV= a veces y N=nunca

Química Abbott Architec C8000 y Beckman sincron cx9

CATEGORIA QUIMICA BECKMAN (A)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS CASI SIEMPRE (CS)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)	CATEGORIA QUIMICA ABBOTT (B)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS CASI SIEMPRE (CS)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)
CCI	24	78	CCI	24	99
EQUIPO	88	150	EQUIPO	100	168
SERVICIO CLIENTE	46	123	SERVICIO CLIENTE	40	168

Cuadro 1 . cuadro comparativo de categorias CCI, para las marcas Abbott y Beckman.

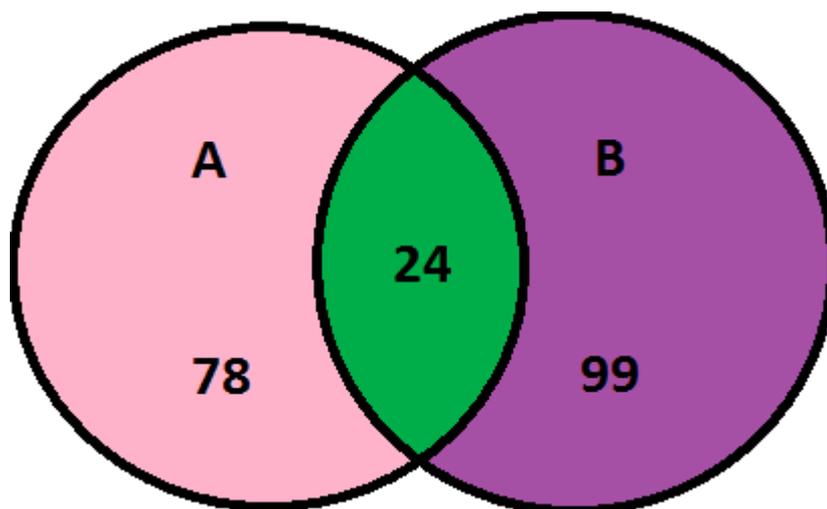


Fig. 6 Diagrama comparativo de Categoría CCI en Química

A. CATEGORIA CONTROL DE CALIDAD

Para la categoría **control de calidad**, tal cual se muestra en el grafico de Venn , se evaluaron las respuestas de CCI entre las cuales arroja un puntaje de 99 puntos para el equipo del proveedor B y 78 puntos para el proveedor A, estos resultados indican para la mayoría de los usuarios que los informes que arrojan los equipos siempre son confiables y que ambos equipos siempre son reproducibles , es importante mencionar que se denota un puntaje de 24 lo cual indica que para una menor cantidad de usuarios los resultados que arrojan los equipos casi siempre son confiables y reproducibles , esto se debe a que algunos reactivos si no son retirados del equipo se degradan con facilidad por la naturaleza de los mismos, como lo son las proteínas y las enzimas , esto con lleva a que los equipos arrojen resultados en muchas ocasiones fuera de las dos desviaciones estándar que se tienen permitidas, lo cual hace a su vez que los resultados no tengan reproducibilidad, es importante que el Q.F.B, realice un análisis exhaustivo , monitoreo y evaluación del proceso analítico que produce resultados de pacientes, esto con la finalidad de descartar el error humano y probables fallas en los equipos.

Otro punto importante que afecta a la reproducibilidad de los resultados arrojados en los equipos, se puede deber al mal funcionamiento de los mismos , mal mantenimiento de usuario o bien por no proveer sus mantenimientos preventivos ,dependiendo sea el caso, así como también un inadecuado control del medio ambiente, energía y calidad de agua, ya que los equipos trabajan con ciertas especificaciones que el o los proveedores proponen para la obtención de mejores resultados y fiabilidad de los mismos.

B. CATEGORIA EQUIPO

CATEGORIA QUIMICA BECKMAN	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS		PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)	CATEGORIA QUIMICA ABBOTT	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS	
	CASI (CS)	SIEMPRE			CASI (CS)	SIEMPRE
CCI	24		78	CCI	24	99
EQUIPO	88		150	EQUIPO	100	168
SERVICIO CLIENTE	46		123	SERVICIO CLIENTE	40	168

Cuadro 2 . Cuadro comparativo de categoría Equipo, para las marcas Abbott y Beckman.

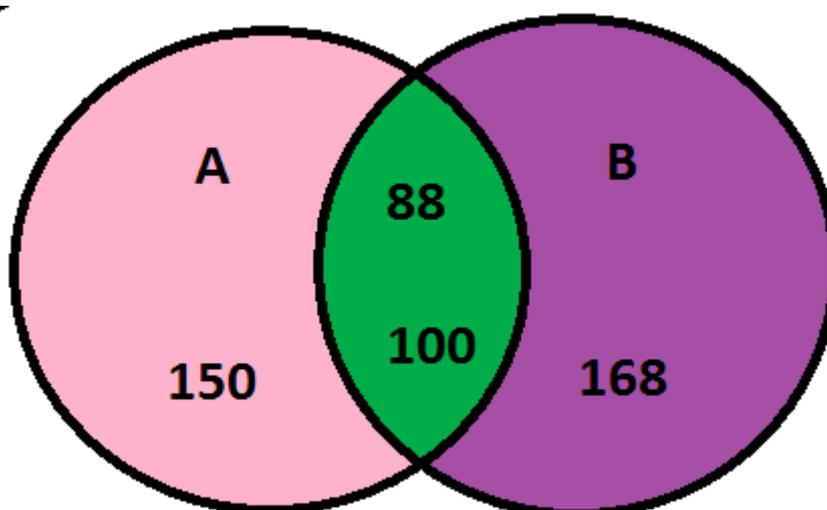


Fig. 7 Diagrama comparativo de Categoría Equipo en Química.

Para la **categoría equipo**, se diseñaron preguntas en las que se abordaron las características más importantes del equipo, como por ejemplo la velocidad de los equipos, volumen de muestra que el tipo de laboratorio utiliza para el tipo de análisis en cuestión, equipos interfazados, dimensiones de los equipos.

En la figura 7 .el diagrama de Venn muestra que para la categoría equipo, tiene una menor ponderación para ambos proveedores tanto para el A como para el B, esto significa que el **casi siempre** se debe a que existen laboratorios donde la entrega de resultados de los pacientes no es de entrega urgente ya que el tipo de laboratorio está enfocado a estudios de rutina en los cuales el médico que prescribe los análisis tales como perfiles de química sanguínea de 6

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

elementos , BH y EGO por citar algunos ejemplos, no requieren de entrega inmediata, hablando que para una entrega inmediata se requieren los resultados en menos de 8 horas.

Los QFB encuestados refieren que casi siempre es importante el volumen de muestra debido al tipo de paciente que podría ser pediátrico o adulto, o bien la cantidad de análisis que se solicitan y el volumen casi siempre es importante debido a que los instrumentos toman X volumen de muestra para poder procesar cada análisis incluido un volumen muerto para evitar errores en la medición.

Además los QFB que refieren que casi siempre es importante que los instrumentos estén interfazados se debe a que la demanda de pacientes con las que cuenta el laboratorio no es tan significativa ya que en caso de contar con una, incrementaría el costo aunque las posibilidades de error en la administración desde la recepción de la muestra hasta la entrega de los informes de resultados emitidos por los equipos puede aumentar.

Los usuarios refieren que casi siempre es importante las dimensiones de los equipos ya que el espacio en el laboratorio o la ergonomía en el trabajo es de prioritario de acuerdo al tipo de laboratorio.

Por otra parte en la figura 7 del diagrama de Venn la ponderación cualitativa corresponde a que la mayoría de los encuestados refieren que siempre es importante que los equipos cuenten con una interfase ya que ayuda a facilitar las labores del QFB, la administración eficiente de tubos etiquetados y sus resultados correspondientes además de la reducción del error humano de las pruebas realizadas en un laboratorio clínico, en las encuestas se menciona que siempre es importante la entrega de resultados en el menor tiempo posible no importando el tipo de análisis que se procese ya que para la mayoría de los análisis a realizar son estudios de urgencia como lo son los laboratorios de referencia los cuales son maquiladores de terceros, hospitales particulares y /o gubernamentales donde el tiempo de respuesta debe ser no mayor a 8 horas.

La encuesta arrojó que el volumen de muestra siempre es importante para la mayoría de los encuestados debido a que los análisis se realizan a niños, bebés y adultos quienes requieren de un gran número de análisis por cuestiones patológicas del mismo y en varias ocasiones se requiere reprocesamiento de muestra para la confirmación de diagnósticos (Dx) además la encuesta arroja para los encuestados que las dimensiones de los equipos son importantes para la organización de las áreas de análisis según la NOM-166-SSA1-1997 y la Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA-2000 .

C. CATEGORIA SERVICIO A CLIENTE

CATEGORIA QUIMICA BECKMAN	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS CASI SIEMPRE (CS)		PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)	CATEGORIA QUIMICA ABBOTT	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS CASI SIEMPRE (CS)	
	24	88			24	100
CCI	24	78	99	CCI	24	99
EQUIPO	88	150	168	EQUIPO	100	168
SERVICIO CLIENTE	46	123	168	SERVICIO CLIENTE	40	168

Cuadro 3 . Cuadro comparativo de categoría servicio al cliente para las marcas Abbott y Beckman.

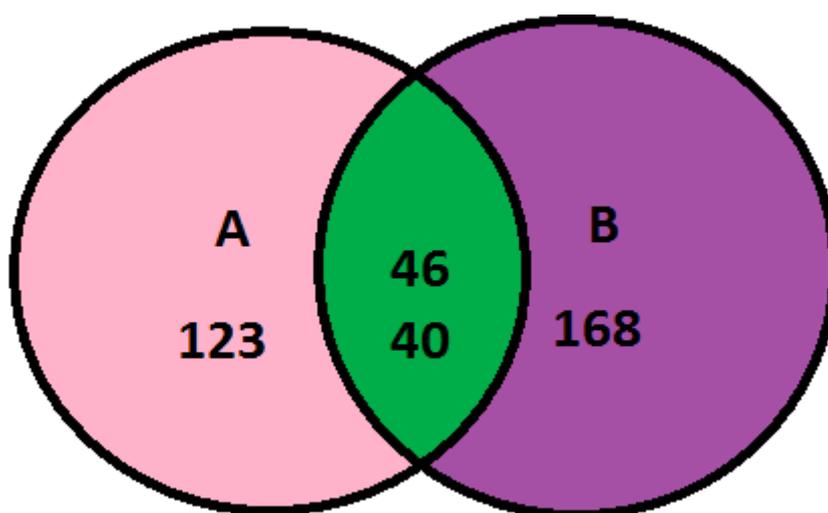


Fig. 8 Diagrama comparativo categoría servicio a cliente en Química.

Una de las herramientas más eficaces y más utilizadas por las empresas para diferenciarse de su competencia y desarrollar una ventaja competitiva sostenible es el servicio a cliente, es por ello que las encuestas realizadas se consideraron aspectos como tiempos de respuesta, capacitación, y servicio brindado por el proveedor, para la **categoría servicio a cliente** en la figura 8 se muestra una menor ponderación en los resultados obtenidos en el cuestionario para los rubros tiempos de respuesta del proveedor en cuanto a fallas de los equipos, capacitación de los usuarios y servicio brindado por el proveedor para elegir cual es el que preferencia para los laboratorios.

Hematologia abbott (celldyn 3700), beckman LH 500

CATEGORIA HEMATOLOGIA BECKMAN (A)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS		PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)	CATEGORIA HEMATOLOGIA ABBOTT (B)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS	
	CASI (CS)	SIEMPRE (S)			CASI (CS)	SIEMPRE (S)
CCI	22	90		CCI	26	87
EQUIPO	92	153		EQUIPO	96	138
SERVICIO CLIENTE	38	141		SERVICIO CLIENTE	48	150

Cuadro 1 . Cuadro comparativo de categoría CCI, para las marcas Abbott y Beckman.

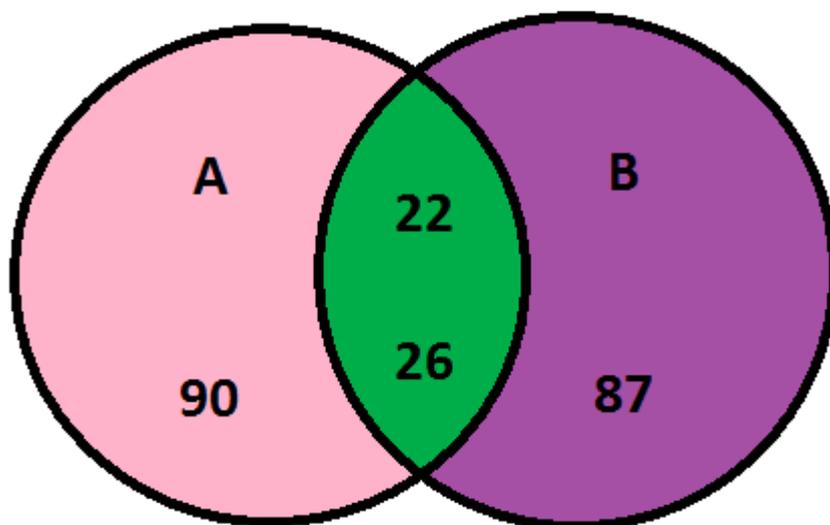


Fig. 9 Diagrama comparativo de Categoría CCI en Hematología.

Utilizando la misma base de preguntas que para los instrumentos de Química Clínica, se observaron los siguientes datos:

A. CATEGORIA CONTROL DE CALIDAD

Para la categoría **control de calidad en el equipo de hematología proveedor A Y B**, se evaluaron las respuestas de los encuestados observando que para la mayoría de ellos los informes que arrojan los equipos siempre son confiables y tienen reproducibilidad (puntajes de 90 para grupo A y 87 grupo B), esto se debe a que en ambos casos, los instrumentos se encuentran ajustados y calibrados además de que los usuarios tienen un gran control con el manejo y procesamiento constante de controles de calidad (2 veces al día) para mantener en constante monitoreo el funcionamiento de los instrumentos. En el diagrama de Venn de la figura 9 también observamos un puntaje de 22 y 26, estos datos nos indican que para la menor parte

de los usuarios encuestados, los resultados que arrojan los equipos casi siempre son confiables y reproducibles, esto se debe a que los instrumentos requieren calibración cuando los controles de calidad ya no cumplen con los estándares establecidos, esto sucede por descuido de los mismos como mantenerlos fuera de refrigeración por un periodo prolongado de tiempo (más de 30 minutos), también se debe a que los reactivos han sido contaminados o degradados, o bien, el instrumento presenta alguna falla aleatoria o una obstrucción interna (normalmente coágulos de sangre) que no es visible ni fácilmente detectable.

Por lo anterior es muy importante que los usuarios den un mantenimiento diario, semanal y mensual según las especificaciones de los proveedores para mantener en observación constante el funcionamiento de los instrumentos, además de los mantenimientos preventivos que los proveedores realizan a los instrumentos cada 4 ó 6 meses según sea el caso que es cuando se realizan los ajustes y las calibraciones necesarias cabe mencionar que en este rubro es muy importante la intervención del QFB..

B. CATEGORIA EQUIPO.

CATEGORIA HEMATOLOGIA BECKMAN (A)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS		PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)	CATEGORIA HEMATOLOGIA ABBOTT (B)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS	
	CASI (CS)	SIEMPRE			CASI (CS)	SIEMPRE
CCI	22		90	CCI	26	87
EQUIPO	92		153	EQUIPO	96	138
SERVICIO CLIENTE	38		141	SERVICIO CLIENTE	48	150

Cuadro 2. Cuadro comparativo de categoría Equipo, para las marcas Abbott y Beckman.

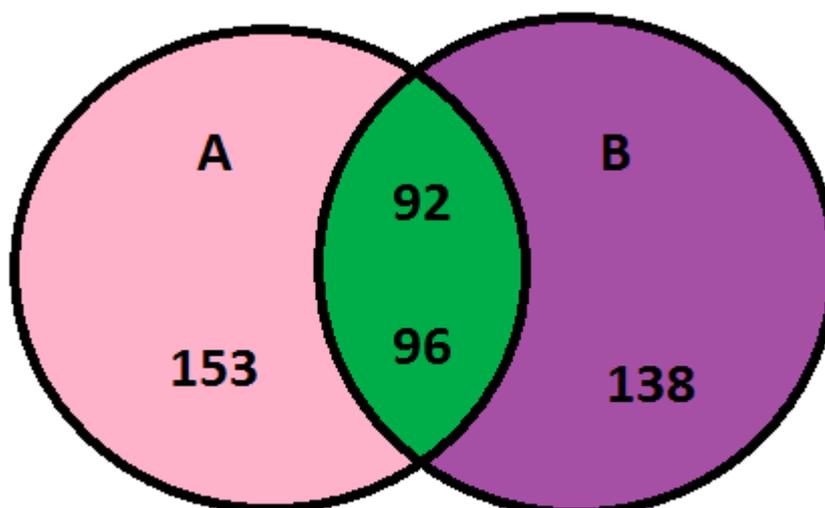


Fig. 10 Diagrama comparativo de Categoría Equipo en Hematología

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

En la figura 10, se puede observar que para la **categoría equipo**, se obtuvo una menor ponderación para los QFB encuestados que indican que casi siempre es importante el volumen de muestra debido al tipo de paciente ya que podría ser pediátrico o adulto y tal vez se requiera realizar algún reproceso, sin embargo en los laboratorios pequeños y medianos, no es común la atención de pacientes como recién nacidos de quienes se puede obtener muy poco volumen de muestra o pacientes que requieren una gran cantidad de análisis, es el caso de laboratorios privados pequeños.

Los QFB's encuestados, refieren que casi siempre es importante que los instrumentos estén interfazados ya que la demanda de pacientes para laboratorios pequeños y medianos es baja o poco significativa y el riesgo al error humano se reduce desde la recepción de la muestra, procesamiento y entrega de resultados, y principalmente refieren que se incrementarían los costos, es el mismo caso que para instrumentos de Química Clínica.

En cuanto a las dimensiones de los equipos, los usuarios encuestados refieren que casi siempre son importantes ya que no influyen en la calidad de los resultados obtenidos solo influye en la organización en el laboratorio.

En la figura 10 y de acuerdo a la escala cualitativa de consideración, el resultado correspondiente a 153 en el grupo A y 138 en el grupo B, significa que la mayoría de los encuestados refieren que siempre es importante que los equipos cuenten con una interfase ya que ayuda a la administración eficiente de tubos y entrega de resultados en el menor tiempo posible y esto se debe a que se trata de laboratorios de urgencia y/o de gran volumen de muestras como es el Banco Central de Sangre de la Raza ubicado en la Ciudad de México.

El volumen de muestra para realizar análisis también fue considerado por los encuestados como que siempre es importante, debido a que la cantidad de pruebas realizadas por paciente son regularmente más de 24 analitos y en ocasiones se realizan re-procesos, además es común la atención a niños y recién nacidos de quienes el volumen de muestra adquirido regularmente no es más de dos tubos, en pacientes recién nacidos se utilizan microtiner donde el volumen de muestra máximo por tubo es de 5° microlitros como máximo.

Los encuestados refieren que las dimensiones de los instrumentos siempre son importantes para la organización de las áreas, el manejo correcto y eficiente de muestras, almacenamiento correcto de insumos y reactivos y para que se puedan realizar mantenimientos preventivos en los instrumentos cumpliendo todas las especificaciones de los fabricantes de los mismos para su correcto funcionamiento.

C. CATEGORIA SERVICIO AL CLIENTE

CATEGORIA HEMATOLOGIA BECKMAN (A)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS CASI SIEMPRE (CS)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)	CATEGORIA HEMATOLOGIA ABBOTT (B)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS CASI SIEMPRE (CS)	PONDERACION TOTAL DE RESPUESTAS SIEMPRE (S)
CCI	22	90	CCI	26	87
EQUIPO	92	153	EQUIPO	96	138
SERVICIO CLIENTE	38	141	SERVICIO CLIENTE	48	150

Cuadro 3. Cuadro comparativo de categoría Servicio al Cliente , para las marcas Abbott y Beckman.

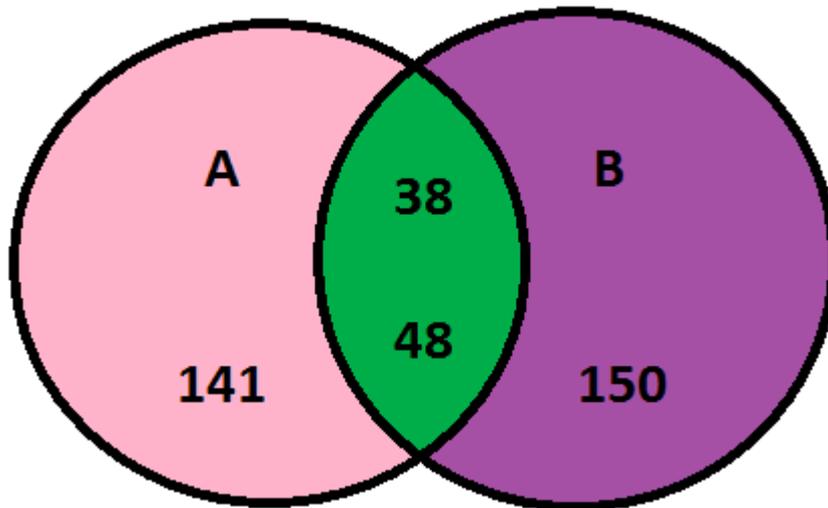


Fig. 11 Diagrama comparativo de Categoría Servicio a clientes en Hematología

Se utilizó la misma base de encuesta para servicio al cliente en Instrumentos de Hematología, recordando que se consideraron aspectos como tiempos de respuesta, capacitación, y servicio brindado por el proveedor, en la figura 11 se muestra una menor ponderación en los resultados obtenidos en el cuestionario para todos los rubros de esta categoría, esto es porque es casi siempre importante ya que no se considera urgente para laboratorios pequeños y medianos, o bien para laboratorios donde se procesan muestras de rutina, debido a que el tiempo de entrega de los resultados es mayor a 8 horas lo cual permite que el proveedor o personal técnico llegue al sitio y realice las labores de reparación o entrega de material. Por otro lado, la encuesta arroja la ponderación mayor de 141 para grupo A y 150 para grupo B, quienes consideraron que siempre son importantes todos los rubros de esta categoría ya que se requiere una reparación rápida en los instrumentos en laboratorios con una alta demanda de análisis, entrega constante de insumos y reactivos para otorgar el servicio continuo y eficiente que sus pacientes requieren.

CONCLUSIONES:

El Benchmarking en equipos automatizados de Hematología y Química Clínica en el laboratorio clínico permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. La tecnología en los equipos de hematología esta diferenciada fundamentalmente por los compuestos electrónicos para su diseño por lo tanto no existe diferencia significativa entre las tecnologías para obtener resultados confiables en cualquiera de las pruebas que realizan.
2. Los resultados emitidos por los equipos están en función de los valores de referencia de cada unidad médica y, de la zona geográfica donde los equipos se encuentran instalados por lo que no existe diferencia significativa entre la confiabilidad de emisión de resultados para ambos equipos y ambas muestras.
3. El servicio ofrecido al cliente es un factor determinante en la elección del equipo utilizado.
4. Es importante tomar en cuenta la productividad de los laboratorios para poder tener la mejor selección acorde a las necesidades del cliente.
5. El control de calidad se inicia desde la toma de la muestra del paciente hasta la validación de los resultados, en este estadio se comprobó su importancia y por los datos se concluye que el control de calidad no depende solo del equipo y la emisión de sus resultados si no de todo el proceso este incluye manejo de la muestra, equipo , CCI del equipo, rotulación de las muestras y la validación de resultados de los mismos.
6. El benchmarking es una herramienta muy útil cuando se quiere conocer y comparar un producto o bien un servicio en cualquier área.
7. La selección de los equipos se basa principalmente en las necesidades específicas de cada laboratorio como lo son el factor económico (costo – beneficio), instalaciones, el aspecto de calidad, servicio al cliente, tipo de equipo y el contacto con la empresa en cuestión, para el aspecto de calidad se requiere más del trabajo del QFB ya que es importante la fase pre-analítica, analítica y post-analítica , en estas fases se requiere que el QFB valide cada muestra del paciente, condiciones de reactivos, calibraciones de los equipos hasta las validaciones de los resultados de los pacientes según su probable Dx. Con este estudio pudimos comparar que independientemente de las marcas por elección de los usuarios los fundamentos de los equipos son los mismos.
8. Es importante tomar en cuenta todos los factores pre analíticos para evitar malos resultados, gasto innecesarios de insumos, mal uso del volumen de muestras.
9. Es importante analizar los requerimientos de cada laboratorio antes de la adquisición de de instrumentos automatizados para evitar inversiones económicas mal justificadas y para asegurar la entrega de resultados en tiempos acordes a las necesidades de los pacientes.

Benchmarking en la Automatización en Laboratoris

10. Las nuevas tecnologías de administración de la información (interfaz de instrumentos con laboratorios), permiten minimizar errores de transcripción, pérdida de resultados impresos, y asegura que los análisis solicitados por los médicos a cada paciente se realicen a sus respectivas muestras de sangre tomada.
11. Los QFB's que tienen experiencia en el campo laboral confirman que no han sido, ni serán reemplazados por los instrumentos automatizados en Hematología y Química Clínica, son una herramienta y aportan datos muy valiosos para el diagnóstico y tratamiento pero sin los conocimientos y toma de decisiones de los propios QFB's, este apoyo tecnológico, no tendría un gran impacto en la sociedad.

El siguiente comentario no es una conclusión, sin embargo se puede acotar que el impacto de la automatización en el servicio del trabajo del QFB puede en un momento dado ser sustituido por los técnicos laboratoristas por el impacto costo-beneficio que este representa.

La finalidad de comparar dos equipos fue para determinar el grado de confiabilidad, eficacia, eficiencia, reproducibilidad y la emisión de resultados en el laboratorio de análisis donde se utilizan, pero desde la óptica de los usuarios ya que estos son los más usados por lo que el tipo de pruebas que se realizan, a demás de dar a conocer el impacto de estos en el desempeño profesional del QF.B.

El presente trabajo beneficiara a los estudiantes de QFB para que tengan una visión más amplia del trabajo que podrán ejercer en el campo laboral lo cual puede estimular a que el QFB vaya más al análisis de datos emitidos por los equipos.

PROPUESTA

1. Realizar un benchmarking por región.
2. Estudio de sustitución del QFB en el ámbito del laboratorio clínico con automatización.

BIBLIOGRAFIA.

1. Spendolini Michael. Benchmarking. 1era Edición. Colombia. Editorial Norma. 1992
2. Arias Álvaro, Fernández. Benchmarking de la función financiera. Editorial Paperback. Tomas y Suarez 1999.
3. Arellano Rolando. Marketing, Enfoque para América latina. 1era Edición. México. Editorial Mc.Graw-Hill. 2000.
4. Silva, M.E. Edith. Et. al. Desarrollo empresarial y competitividad. Tomo II .Ediciones taller abierto. México 2003.
5. Alonso, J. Martin, S."Benchmarking: una herramienta para gestionar la excelencia en las bibliotecas y los servicios de información", edición. Burgos, 2000.
6. Chias , J. *Marketing Público. Por un Gobierno y una administración al servicio del público*, 1ª Edición, España Aravaca (Madrid). Editorial McGraw Hill/Interamericana de España 1995.
7. Alfaro Drake, Tomas. El marketing como arma competitiva. 1ª edición, Madrid , Macgraw Hill. 1995
8. Elia Marum Espinosa, Maria Lucila Robles R. Benchmarking en áreas y procesos académicos, 1ª edición , Guadalajara , 2004 .
9. Henry, R. J ., Cannon, D.C y Winkelman, J.W “ Química Clinica , Principios y técnicas “ vol. I y II Jims Cop . Barcelona , 1996.

PAGINAS WEB

10. Benchmarking ,Esta página fue modificada por última vez el 20 de octubre del 2012, aproximadamente 10 paginas <http://es.wikipedia.org/wiki/Benchmark>
11. El ergonomista, Galicia España, 2002, Benchmarking , 5 de octubre del 2012 , aproximadamente 4 páginas <http://www.elergonomista.com/ben.htm>
12. Blog de Luis Miguel Manene, Bilbao, Benchmarking definiciones, aplicaciones, tipos y fases del proceso, 2011, 10 de octubre del 2012 , aproximadamente 19 paginas <http://www.luismiguelmanene.wordpress.com>.

