



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

**“IDENTIFICACIÓN DE UN FACTOR DE CORRECCIÓN PARA
HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA, REALIZADO ENTRE UN MÉTODO
AUTOMATIZADO Y UN MÉTODO MANUAL”**

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Laboratorio Clínico

Autora: Toapanta Tenicota, Katherine Alexandra

Tutor: Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

Ambato – Ecuador

Marzo, 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“IDENTIFICACIÓN DE UN FACTOR DE CORRECCIÓN PARA HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA, REALIZADO ENTRE UN MÉTODO AUTOMATIZADO Y UN MÉTODO MANUAL”** de la Srta Toapanta Tenicota Katherine Alexandra, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, marzo 2023

EL TUTOR

Bq. F. Mg. Víctor Hernán Guangsig Toapanta

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación “**IDENTIFICACIÓN DE UN FACTOR DE CORRECCIÓN PARA HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA, REALIZADO ENTRE UN MÉTODO AUTOMATIZADO Y UN MÉTODO MANUAL**” como también las ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como la autora de éste trabajo de grado.

Ambato, marzo 2023

LA AUTORA



Toapanta Tenicota, Katherine Alexandra

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi tesis con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, marzo 2023

LA AUTORA



Toapanta Tenicota, Katherine Alexandra

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el tema **“IDENTIFICACIÓN DE UN FACTOR DE CORRECCIÓN PARA HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA, REALIZADO ENTRE UN MÉTODO AUTOMATIZADO Y UN MÉTODO MANUAL”** de Toapanta Tenicota Katherine Alexandra, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman

.....
PRESIDENTE/A

.....
1er VOCAL

.....
2do VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo, va dedicado en primera instancia a Dios, quien me ha dado la sabiduría e inteligencia necesaria para alcanzar cada logro en mi vida, permitiéndome así culminar este sueño tan anhelado por mí y por mis seres queridos.

Se lo dedico a mis padres y hermanos, quienes han estado incondicionalmente conmigo, apoyándome en ese arduo camino universitario, un agradecimiento especial para mis padres por su apoyo tanto económico, como moral, brindándome la facilidad para poder lograr esta meta con éxito.

A mi familia, amigos, compañeros de carrera y docentes quienes fueron mi apoyo, a lo largo de estos años, siendo parte importante de mi proceso de formación profesional y humano.

Toapanta Tenicota, Katherine Alexandra

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, por guiarme y darme la sabiduría para enfrentar con madurez mis momentos difíciles, y celebrar con humildad mis logros; a mis padres, pilares fundamentales de mi vida, quienes a diario me brindan su amor y apoyo incondicional, además por sus consejos y muestras de amor que me han impulsado a no rendirme, y a luchar por alcanzar mis objetivos.

Agradezco a mis docentes universitarios, quienes me apoyaron durante mi formación profesional, aportando con cada uno de sus conocimientos que serán indispensables para mi futuro laboral, además por haber sido parte de cada vivencia humana en las aulas universitarias, de manera especial al Bq. F. Mg. Víctor Guangasig, tutor de mi trabajo de investigación.

Toapanta Tenicota, Katherine Alexandra

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
MARCO TEÓRICO	2
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	2
1.2. OBJETIVOS	6
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.3. HIPÓTESIS	7
CAPÍTULO II	8
METODOLOGÍA	8
2.1. MATERIALES	8
2.2. REACTIVOS	8

2.3. EQUIPOS.....	9
2.4. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.5. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.6. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	9
2.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	10
2.8. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	10
2.9. MÉTODOS.....	10
2.9.1. MÉTODO MANUAL PARA LA DETERMINACIÓN DE HEMATOCRITO.....	10
2.9.1.1. Método microhematocrito.....	10
2.9.2. MÉTODO MANUAL PARA LA DETERMINACIÓN DE HEMOGLOBINA.....	12
2.9.2.1. Método cianmetahemoglobina.....	12
2.9.3. MÉTODO AUTOMATIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE BIOMETRÍA HEMÁTICA.....	14
2.9.3.1. Analizador Hematológico Automatizado(DH76).....	15
2.9.3.2. Medición de hematocrito.....	17
2.9.3.3. Medición de hemoglobina.....	17
CAPÍTULO III.....	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	18
3.1.1. SEXO DE LOS PACIENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.1.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE ACUERDO A LOS MÉTODOS EMPLEADOS.....	19
3.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	20

CAPITULO IV	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
4.1. CONCLUSIONES.....	23
4.2. RECOMENDACIONES.....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales utilizados en la determinación de HCT y HGB. Noviembre 2022.	8
Tabla 2 Kit de reactivos para la determinación de HCT y HGB. Noviembre 2022....	8
Tabla 3 Equipos utilizados en la identificación de HCT y HGB. Noviembre 2022. ..	9
Tabla 4 Preparación del blanco y muestra problema para la determinación de Hemoglobina por espectrofotometría. Noviembre 2022.....	13
Tabla 5 Kit de reactivos que utiliza el sistema Dymind DH76. Noviembre 2022....	15
Tabla 6 Sexo de los pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la UTA. Noviembre 2022.....	18
Tabla 7 Factor de corrección para Hematocrito en pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos. Noviembre 2022.....	19
Tabla 8 Factor de corrección para Hemoglobina en pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos. Noviembre 2022.....	19
Tabla 9 Prueba T-Student para muestras emparejadas para la verificación de la hipótesis. Noviembre 2022.....	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Medición de hematocrito por el método manual (microcentrífuga). Noviembre 2022.....	12
Gráfico 2 Medición de hemoglobina por el método manual (espectrofotometría). Noviembre 2022.....	14
Gráfico 3 Porcentaje del sexo de los pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la UTA. Noviembre 2022.	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Toma de muestras a estudiantes que asisten al Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la UTA. Noviembre 2022.	28
Anexo 2 Calibración del Autoanalizador hematológico DH-76 el 10 de Octubre del 2022. Noviembre 2022.....	28
Anexo 3 Homogenización de las muestras previo al análisis. Noviembre 2022.....	29
Anexo 4 Proceso para la determinación de HCT por el método manual (microhematocrito). Noviembre 2022.....	29
Anexo 5 Inserto de la marca QCA utilizado en la determinación de hemoglobina por el método cianmetahemoglobina. Noviembre 2022.....	30
Anexo 6 Proceso para la determinación de HGB por el método manual (espectrofotometría). Noviembre 2022.	31
Anexo 7 Proceso para la determinación de HCT y HGB por el método automatizado (DH76). Noviembre 2022.	31
Anexo 8 Resultados de la HGB. y HCT. de los pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos. Noviembre 2022	32

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

**“IDENTIFICACIÓN DE UN FACTOR DE CORRECCIÓN PARA
HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA, REALIZADO ENTRE UN MÉTODO
AUTOMATIZADO Y UN MÉTODO MANUAL**

Autora: Toapanta Tenicota, Katherine Alexandra

Tutor: Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

Fecha: Marzo 2023

RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de identificar un factor de corrección para hematocrito y hemoglobina, realizado entre el método automatizado y el método manual el mismo que brindará al laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Universidad Técnica de Ambato un apoyo para proporcionar resultados con un alto nivel de precisión y confiabilidad de modo que el clínico pueda establecer un diagnóstico adecuado y posteriormente dar un tratamiento idóneo a dicha alteración. De acuerdo con este tipo de investigación el enfoque es cuanti-cualitativo. La investigación se realizó en una muestra de 197 pacientes hombres y mujeres de 18 a 27 años que acuden hacerse exámenes en el laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos. El factor de corrección fue para hematocrito 1.0 con desviación estándar 0.02% y para hemoglobina 1.1 con desviación estándar 0.07%, basado en el promedio de las diferencias del $V_{real}/V_{teórico}$. En el presente estudio el factor de corrección se obtuvo, pero no fue aplicado a los resultados obtenidos debido ya que la diferencia no es clínicamente significativa. Como propuesta he considerado que el personal de laboratorio clínico debe acatar con responsabilidad todos los procedimientos estandarizados tanto para el método manual como automatizado para obtener resultados confiables con un mínimo porcentaje de error.

PALABRAS CLAVE: HEMATOCRITO, HEMOGLOBINA.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

**“IDENTIFICACIÓN DE UN FACTOR DE CORRECCIÓN PARA
HEMATOCRITO Y HEMOGLOBINA, REALIZADO ENTRE UN MÉTODO
AUTOMATIZADO Y UN MÉTODO MANUAL”**

Autora: Toapanta Tenicota, Katherine Alexandra

Tutor: Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

Fecha: Marzo 2023

SUMMARY

The investigation was carried out with the purpose of identifying a correction factor for hematocrit and hemoglobin, carried out between the automated method and the manual method, which will provide the Laboratory of Biochemical and Bacteriological Analysis of the Technical University of Ambato with support to provide results with a high level of precision and reliability so that the clinician can establish an adequate diagnosis and later give an ideal treatment to said alteration. According to this type of research, the approach is quantitative-qualitative. The research was carried out in a sample of 197 male and female patients between the ages of 18 and 27 who come for examinations in the Biochemical and Bacteriological Analysis laboratory. The correction factor was for hematocrit 1.0 with standard deviation 0.02% and for hemoglobin 1.1 with standard deviation 0.07%, based on the average of the differences of the $V_{real}/V_{theoretical}$. In my study the correction factor was obtained, but it was not applied to the results obtained because the difference is not clinically significant..I have considered that clinical laboratory personnel must responsibly abide by all standardized procedures for both the manual and automated methods to obtain reliable results with a minimum percentage of error.

KEYWORDS: HEMATOCRIT, HEMOGLOBIN.

INTRODUCCIÓN

El laboratorio clínico es la herramienta primordial en el área médica ya que, por medio del mismo, se diagnóstica distintas enfermedades. Una de las áreas más importantes es la hematología, rama de la ciencia médica que se encarga del estudio de células sanguíneas y sus precursores, así como de sus alteraciones estructurales o bioquímicas. Dentro de la hematología una de las pruebas con mayor frecuencia utilizada, para realizar estudios de rutina es la biometría hemática, la cual permite analizar los diferentes tipos de células que conforma la sangre y sus trastornos contribuyendo al diagnóstico y así facilitar la prescripción de tratamientos adecuados.

Hoy en día se puede constatar que existe la oferta de nuevas técnicas y equipos tecnológicos por el aumento en la demanda de servicios de laboratorio capaces de entregar resultados precisos y confiables. Sin embargo, el método manual sigue siendo considerado como el gol estándar y también como método recomendado para evaluar los analizadores hematológicos; es por ello que no han sido descartados ya que son empleados como una guía importante para el control de la calidad.

El objetivo de este proyecto de investigación es aportar al Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Universidad Técnica de Ambato, un control de calidad a partir de un factor corrección, el mismo que nos ayudará a identificar la diferencia entre el método automatizado frente al método manual en la determinación de Hemoglobina y Hematocrito y así realizar la corrección respectiva de estos parámetros y entregar resultados con un alto nivel de precisión y confiabilidad, de tal manera que el médico pueda darle al paciente un diagnóstico coherente. Además el presente trabajo tiene una importancia social ya que permite corregir errores en los procedimientos tanto manuales como automatizados y disminuir el porcentaje de error que existe.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El estudio realizado por Babadoko (1) con el tema “*Reproducibility of hematological parameters: Manual versus automated method*”, seleccionó aleatoriamente 100 muestras que fueron analizadas mediante un analizador hematológico automatizado (Swelab Alfa) y un método manual que mediante pruebas de correlación de Pearson mostró una correlación significativa entre ambos métodos, por ende el autor menciona que los analizadores automatizados en la actualidad son más utilizados por varios laboratorios ya que proporciona resultados más rápidos y precisos. Sin embargo, el autor recalca que estos análisis deberán ir acompañados de un examen microscópico de frotis con el fin de proporcionar un resultado adicional y de confirmación que le permita al médico dar un diagnóstico definitivo.

En el estudio de Watson et al. (2) “*Artifacts in plasma volume changes due to hematology analyzer-derived hematocrit*” demostró una diferencia en el grado de cambio del volumen plasmático calculado con una reducción para el método manual de $8.7\% \pm 3.4\%$ mientras que para el método automatizado de $11.3\% \pm 3.5\%$ marcando una diferencia ($p=0.002$), en la cual pudo concluir que existe un cambio marcado en la osmolalidad del plasma produciendo una discrepancia en el hematocrito medido con el método automatizado a causa de ello existió errores en los cálculos de los cambios en el volumen del plasma utilizando los datos obtenidos.

Campuzano (3) en su artículo científico titulado “*Del hemograma manual al hemograma de cuarta generación*” menciona que el microhematocrito tiene un nivel adecuado de exactitud y precisión para el uso clínico usado como una medida directa e independiente. Sin embargo, puede ser afectado cuando los tubos capilares que van a ser utilizados son diferentes a los definidos por estándares internacionales mientras que el hematocrito electrónico se obtiene mediante un cálculo matemático. El autor, enfatiza que el hematocrito electrónico es un 2% a 3% más bajo que el hematocrito manual. Con respecto a la hemoglobina menciona que los auto analizadores de

hematología determinan la hemoglobina con el mismo fundamento del método manual que es incorporar un hemoglobímetro.

El estudio realizado por Gutiérrez et al. (4) titulado *“Concordancia de tres métodos para la determinación de la hemoglobina en donantes de un banco de sangre de Medellín, Colombia –2012”* los datos que fueron evaluados mediante la aplicación SPSS dando como resultados que la hemoglobina de eritrocitos maduros fue más alta en hombres y en fumadores además, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al grupo etario y la actividad física, a su vez hubo una buena correlación entre los resultados del método Compolab y el método Sysmex. Sin embargo, existió un bajo coeficiente de correlación entre la hemoglobina reticulocitaria y la de eritrocitos maduros sacando como conclusión que el donante de hemoglobina debe basarse en resultados dadas por el hemoglobímetro las mismas que tendrán correlación con las del Sysmex XE2100.

En el artículo de revisión de Briones et al. (5) sobre la *“Evaluación de espectrofotómetros para la elaboración de material de referencia empleado en la calibración y el control de la determinación de hemoglobina”* realizó una evaluación instrumental de espectrofotómetros en la cual se obtuvo resultados que permitieron establecer el porcentaje de inexactitud, el mismo que se encuentra en ambos casos dentro del límite de aceptación por ende la diferencia entre la absorbancia real y la absorbancia medida en una solución no fue significativa en los equipos .

El estudio realizado acerca de la *“Comparación de parámetros hematológicos determinados por el analizador de hematología automatizado Sysmex KX-2IN y los conteos manuales”* entregaron resultados en la cual hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre ambos métodos en cuanto a las medias de hemoglobina celular y para volumen de células empaquetadas, plaquetas, glóbulos blancos se encontró una diferencia de ($p=0,001$), las mismas que se correlacionaron positivamente entre los dos métodos, es por ello que el autor concluye que el analizador automatizado de hematología se correlaciona con el método manual estándar es decir no hay diferencia significativa además, expone que el método manual brinda

información adicional en cuanto a la imágenes de sangre, por el contrario el método automatizado es elegido por su rapidez en el proceso y su reporte de resultados (6).

El artículo titulado *“La comparación entre el microhematocrito y los métodos automatizados para la determinación de hematocrito”* el autor menciona que el hematocrito manual es más alto con relación al hematocrito automatizado por ende los valores determinados con el analizador autohematológico no pueden ser reemplazados con los resultados obtenidos manualmente ya que la diferencia de medias entre los dos métodos es totalmente significativa ($p < 0,002$) (7).

En el artículo científico sobre *“¿Microcentrífuga o analizador hematológico para evaluar el hematocrito en el ejercicio? Efecto en los cálculos de pérdida de volumen de plasma”*, Alis et al. (8) hicieron una evaluación de la pérdida de volumen plasmático para la cual analizaron hematocrito y hemoglobina con el objetivo de determinar si existe diferencia en los resultados realizados entre el método automatizado y el método manual. Como resultado de ello no se encontraron diferencias significativas entre las dos concentraciones por ende se concluyó que tanto el método automatizado como el método manual pueden utilizarse de manera fiable para estimar el volumen plasmático antes y después del ejercicio.

Según la investigación sobre la *“Avaliação das dosagens de hemoglobina e hematócrito obtidas por metodologias manual e automatizada dos pacientes atendidos na Fasiclin no ano de 2018”* Ferreira et al. (9) arroja resultados de 159 pacientes luego de realizar el análisis de hematocrito y hemoglobina mediante el método automatizado y manual con un coeficiente de variación para hematocrito 0,81% y hemoglobina 0,15% en la cual mostraron diferencias significativas entre ambos métodos por ende el autor concluye que la metodología mejor para hemoglobina es la automatizada con un mínimo porcentaje de error a comparación con el método manual mientras que para el hematocrito, la metodología mejor es la manual con un bajo porcentaje de error. En cuanto al sexo y la metodología no se encontró una diferencia significativa pero para el hematocrito existió una marcada diferencia entre el sexo, método y tratamiento.

La investigación desarrollada por Sigcho (10) tiene como tema *“Obtención de un factor de corrección para el hematocrito automatizado en pacientes con anemia ferropénica y poliglobulia”* arrojó como resultado un factor de corrección de $\pm 1,2\%$ el mismo que deberá ser restado en grupo de anemia ferropénica y a la vez sumado en el grupo poliglobulia. Además, a partir del coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de correlación intraclase han demostrado que existe una adecuada correlación entre ambas metodologías. Sin embargo, ciertas técnicas como el gráfico de Bland Altman señaló que no existe concordancia entre las mismas. Con el ensayo de repetibilidad se concluyó que el método automatizado para hematocrito (analizador hematológico Sysmex XE-2100) tiene mejor precisión que el método manual para la medición de hematocrito (microcentrífuga).

Vásquez (11) en su trabajo *“Variación del hematocrito entre los métodos manuales y automatizados asociados con el grado de anemia hospital III ESSALUD CHOCOPE”* concluye que existe diferencia de 1,57% de los valores de medias entre un método manual y automatizado en pacientes con anemia moderada, con una desviación de estándar 0,72% y un coeficiente de variación más consistente con el método automatizado de 1,13%, por la cual menciona que el método automatizado es más consistente en su aplicación que el método manual.

En la Unidad de Atención Ambulatorio IESS Baños ha realizado un proyecto de con el tema *“Identificación de un factor de corrección para hematocrito y hemoglobina ,realizado entre un método automatizado y un método manual”* según los resultados obtenidos el factor de corrección para hematocrito fue 1,16% y para hemoglobina 2,20%, considerando ello, ha deducido que el margen de error para hematocrito es menor que el margen de error para hemoglobina. Sin embargo, no existe un alto porcentaje de error en los análisis realizados por la cual se puede concluir que los datos son confiables (12).

El autor Chafloque et al. (13) en su proyecto *“Comparación de los valores de hematocrito obtenidos mediante dos métodos de centrifugación de pacientes atendidos en el centro de salud Chocope, durante los meses de agosto-Noviembre del 2021”* presenta como objetivo comparar los valores de hematocrito por el método de

centrifugación y micro centrifugación, en 328 muestras que fueron procesadas se encontraron que 66 de ellas no demostraron diferencias pero en 232 muestras encontraron 1% de diferencia y en 30 encontraron 2% de diferencia, a partir de la prueba T-student se obtuvo el valor de $p=4,26 \times 10^{-97}$ siendo menor al establecido $p \leq 0.0050$, de manera que el autor concluye que existe una diferencia significativa entre el método automatizado y el método manual.

El estudio de Azim et al. (14) “COMPARISON OF PHOTOMETRIC CYANMETHEMOGLOBIN AND AUTOMATED METHODS FOR HEMOGLOBIN ESTIMATION”, con una población de 110 pacientes adultos, se escogieron diez pacientes para una estimación de hemoglobina por el método Medonic automatizado y espectrofotometría, arrojando un resultado de un aumento del método manual del 0,85% en comparación al método automatizado, por la cual el autor concluye que los resultados estuvieron dentro del rango de control para ambos métodos por ende, los dos métodos son exactos y precisos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar un factor de corrección para hematocrito y hemoglobina realizado entre un método automatizado y un método manual.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar el procedimiento correspondiente para hematocrito y hemoglobina con el método manual.
- 2) Realizar la técnica necesaria para el estudio de hematocrito y hemoglobina mediante el método automatizado.
- 3) Obtener el factor de corrección mediante estudios estadísticos de hemoglobina y hematocrito entre un método manual y automatizado.

1.3. HIPÓTESIS

El factor de corrección para hematocrito y hemoglobina son parámetros determinantes para garantizar la calidad entre el método manual y el método automatizado.

Ho: No se necesita un factor de corrección en la evaluación de hematocrito y hemoglobina entre un método manual y el método automatizado.

Ha: Se necesita un factor de corrección en la evaluación de hematocrito y hemoglobina entre un método manual y el método automatizado.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

Tabla 1 Materiales utilizados en la determinación de HCT y HGB. Noviembre 2022.

MATERIALES
Tubos capilares
Plastilina
Tabla universal de lectura de hematocrito
Tubos de ensayo
Pipetas de seguridad
Cubetas para colorimetría
Guantes
Algodón
Capuchón
Torniquete
Tubos EDTA

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

2.2. REACTIVOS

Tabla 2 Kit de reactivos para la determinación de HCT y HGB. Noviembre 2022.

REACTIVO	MARCA	LOTE	F. EXPIRACIÓN
Diluyente Dymind de 20L	Dymind Biotech	2022052901	20240528
Lisante1 DH76 de 500mL	Dymind Biotech	2021041201	20230411
Lisante2 DH76 de 500mL	Dymind Biotech	2021042601	20230425
Lisante3 DH76 de 1L	Dymind Biotech	2022052401	20240523
Cleanser Dymind de 50mL	Dymind Biotech	2021072201	
Hemoglobina frasco x 100mL	QCA	210700	2023-08

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

2.3. EQUIPOS

Tabla 3 Equipos utilizados en la identificación de HCT y HGB. Noviembre 2022.

EQUIPO	MARCA	MODELO / SERIE
Contador hematológico automático de 5 diferenciales con autocargador	Dymind	DH-76 / 11052007002
Espectrofotómetro	Human	HumanLyzer 3000 / 28838530
Microcentrífuga	Scilogex	DMLH24 / 2884786

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

2.4. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación Cuanti-cualitativa: en base a los datos recogidos se utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos a partir de datos numéricos, además nos permite interpretar los resultados y con ello llegar a una conclusión.

2.5. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad de investigación de este estudio es de laboratorio, ya que es un ambiente controlado es decir un ambiente óptimo donde se emplea procedimientos estandarizados para el análisis de las muestras, el mismo que carece de características propias del ambiente natural.

2.6. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptiva: utiliza el nivel descriptivo ya que se recolecta se procesa y se tabula los datos para luego analizarlos e interpretarlos de una manera imparcial, sin ser manipulada ninguna variable, es de nivel correlacional ya que se trabaja con dos variables que se relacionan entre sí, utilizando la prueba T-student. Además, se utiliza el nivel inductivo ya que se observa, experimenta, y con los resultados se compara, con el fin de concluir de manera general.

2.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población del presente estudio son pacientes estudiantes de 18 a 27 años de edad que acuden hacerse exámenes en el laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Universidad Técnica de Ambato, con una muestra de 197 estudiantes escogidos por muestreo estratificado que asistieron durante el mes de Noviembre.

2.8. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de la información se realizó en el mes de Noviembre del 2022 en el laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Universidad Técnica de Ambato, las muestras fueron procesadas y analizadas mediante el método automatizado y el método manual.

Para ello se siguió el siguiente proceso:

- Revisión crítica de los datos obtenidos.
- Se realizó una organización de materiales, calibración de pipetas y pruebas de equipos tanto manuales como automatizados, para luego procesar las muestras.
- Finalmente se realizó un estudio estadístico de los resultados para presentación de resultados de manera tabulada y escrita.

2.9. MÉTODOS

2.9.1. MÉTODO MANUAL PARA LA DETERMINACIÓN DE HEMATOCRITO

2.9.1.1. Método microhematocrito

Uno de los métodos más utilizados es el Micrométodo, recomendado por el ICSH (Comité Internacional de Normalización en Hematología) y el CLSI (Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio), utilizado por su simplicidad y fiabilidad (15).

Técnica:

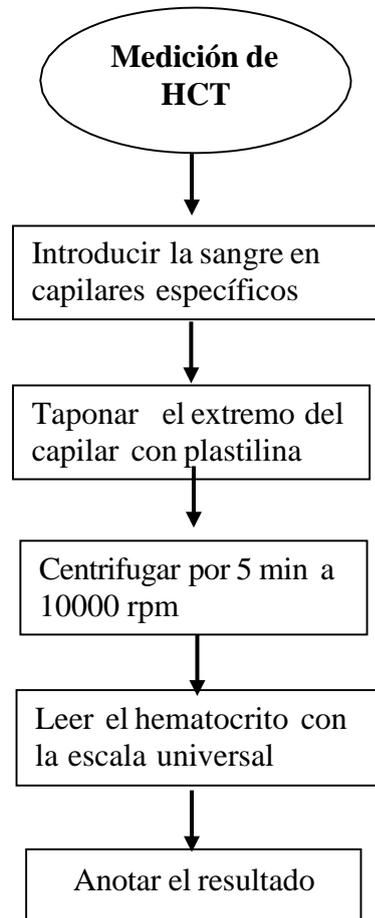
- Depositar la sangre en capilares azules hasta llenar las $\frac{3}{4}$ partes del capilar.
- Limpiar la parte externa del capilar con papel absorbente.
- Taponar un extremo del capilar con plastilina hasta aproximadamente 2 mm por dentro del tubo, revisamos que esté completamente sellado.
- Posteriormente colocamos en la microcentrífuga, colocando en las ranuras numeradas con la parte taponada hacia el borde externo, revisamos que quede equilibrada la microcentrífuga.
- Luego centrifugo por 5 minutos a 10 000 -12 000 rpm.
- Finalmente se realiza la lectura del hematocrito usando la escala universal haciendo coincidir la línea de arriba con el extremo superior de la columna del plasma o suero, de la misma manera la línea de abajo con el extremo inferior de la columna de eritrocitos.
- Anotamos el valor (15).

Interpretación clínica de resultados**Valores Normales:**

Hombres:42 a 52%

Mujeres 37 a 47% (16)

Gráfico 1 Medición de hematocrito por el método manual (microcentrífuga). Noviembre 2022.



Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

2.9.2. MÉTODO MANUAL PARA LA DETERMINACIÓN DE HEMOGLOBINA

2.9.2.1. Método cianmetahemoglobina

Se basa en la transformación de la hemoglobina en cian metahemoglobina, el Fe^{2+} de la hemoglobina en presencia de ferricianuro potásico, se oxidará a Fe^{3+} dando lugar a la metahemoglobina después de ello en contacto con cianuro potásico, la metahemoglobina pasa a cianmetahemoglobina el mismo que será un compuesto colorimétrico con un pico de absorción máximo a 540 nm que será determinado por espectrofotometría empleando un patrón de concentración (17).

Técnica

- Preparación de tubos BL y PR.

Tabla 4 Preparación del blanco y muestra problema para la determinación de Hemoglobina por espectrofotometría. Noviembre 2022.

Técnica	BL(mL)	PR(mL)
Muestra	-	0,010
Reactivo	2,5	2,5

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

Se tomará en cuenta que el tubo BL será el blanco de reactivos que contendrá el reactivo Drabkin y el tubo PR contiene la muestra y el reactivo de Drabkin.

- Mezclar y dejar incubar por 10 minutos a temperatura ambiente.
- Paso a leer el blanco(BL), este se pasará una vez bastará con hacer una lectura e incluir el dato en determinaciones posteriores.
- Paso a leer la muestra (PR) a una longitud de onda:546 nm;540 nm (18).

Cálculos

$$\text{ABS MUESTRA} \times 37 = \text{g de hemoglobina /dL}$$

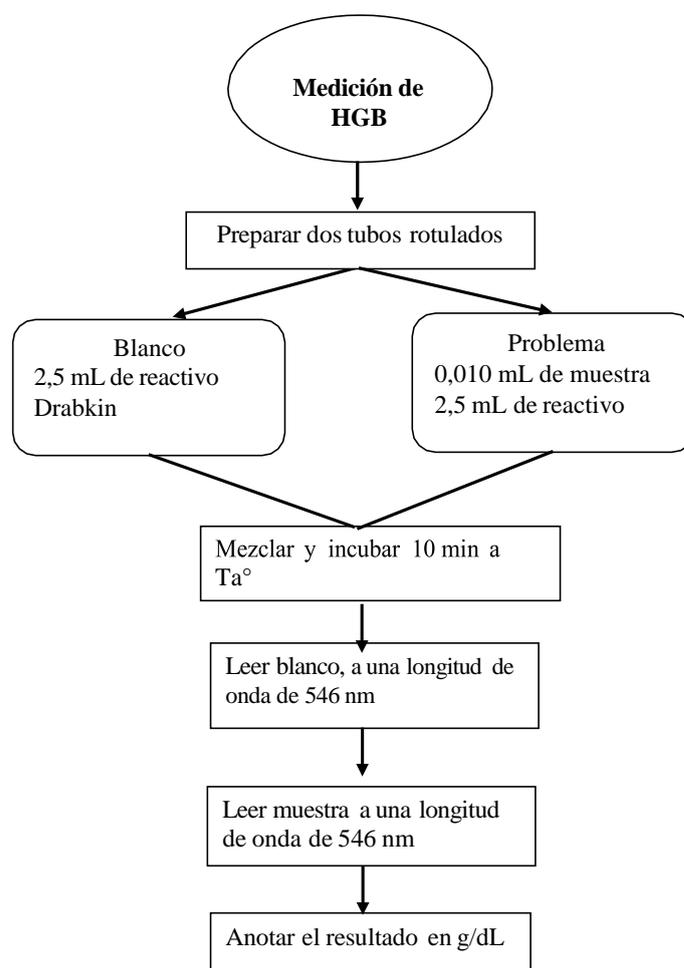
Interpretación clínica de los resultados obtenidos

Valores normales:

Hombres:14-18 g/dL

Mujeres: 11-16 g/dL (16)

Gráfico 2 Medición de hemoglobina por el método manual (espectrofotometría). Noviembre 2022.



Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

2.9.3. MÉTODO AUTOMATIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE BIOMETRÍA HEMÁTICA

Los equipos automatizados son mayormente utilizados en la actualidad para realizar los recuentos sanguíneos, ya que solo requieren que se les presente la muestra sanguínea apropiada, pueden medir de 8 a 20 componentes incluyendo algunas variables para las que no existe equivalentes en las técnicas manuales, por lo general estos instrumentos tienen un alto nivel de precisión (19).

2.9.3.1. Analizador Hematológico Automatizado (DH76)

Es un analizador hematológico automatizado de 5 diferenciales dedicado a la eficiencia, ideal para laboratorios clínicos de hospitales medianos y grandes. Los métodos de mediciones que se utilizan en este analizador con el método de impedancia eléctrica para determinar WBC, RBC y PLT y su distribución de volumen; el método colorimétrico para determinar HGB, para cada análisis el sistema aspira la muestra, diluye y mezcla previo a realizar la determinación de cada parámetro (20).

Reactivos del sistema Dymind DH76

Los cuatro reactivos que son específicos para el equipo garantizan los resultados exactos del paciente.

Tabla 5 Kit de reactivos que utiliza el sistema Dymind DH76. Noviembre 2022.

Nombre del Kit	Ref	Tamaño
DILUYENTE DYMIND DH76	DY –DIL-A	20L
LISANTE1 DH76	DY-LYA-1	500mL
LISANTE2 DH76	DY-LYA-2	500mL
LISANTE3 DH76	DY-LYA-3	1L
CLEANSER DYMIND	17400/50	50mL

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

Parámetros

Maneja 29 parámetros: WBC, Lym%, Mon%, Neu%, Eos%, Lym#, Mon#, Neu#, Eos#. Bas#, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, RDW-CV, RDW-SD, PLT, MPV, PDW, PCT, P-LCC, P-LRC

4 de investigación: LIC %,LIC#,ALY%,ALY#

3 histogramas para WBC,RBC y PLT

1diagrama de dispersión 3D y 3 de 2D (19).

Rendimiento

80 muestras por hora (19).

Capacidad de almacenamiento

100.000 resultados incluyendo gráficos (19).

Diagramas de dispersión 3D

Diagrama de dispersión en 3D para una mejor diferenciación y alarmas de muestras patológicas (19).

Tecnología inteligente automatizada

Evaluación automática (auto detección de estado de trabajo y volumen de reactivos).

Reprueba con regla de ejecución programada.

Elimina errores con una sola tecla y modo de reposo automático.

Tecnología de umbral inteligente de RBC y PLT (19).

Sistema de gestión de datos

- Contiene una alta gama de alarmas patológicas y hasta 200 rangos de alarma definidos por el usuario.
- Plantillas de impresión definidas por el usuario que ayudan a personalizar el informe de resultados.
- Gestión de control de calidad y calibración (19).

Calibración

Es un proceso que sirve para estandarizar el analizador determinando su desviación, para aplicar factores de corrección según sean necesarios, estos procedimientos de calibración solo podrán ser realizados por usuarios con acceso de nivel de administrador. Se deberán utilizar reactivos y calibradores específicos para Dymind. Los laboratorios que realizan pruebas de rutina, deberán aplicar el proceso de calibración al menos una vez cada 6 meses(20). Reflejado en el Anexo 2

Proceso de medición: Impedancia eléctrica

El analizador aspira cierto volumen de muestra, lo diluye con solución conductora y pasa la dilución a la unidad de medición, esta tendrá una pequeña abertura que se

denomina “apertura” en la misma que existirá dos electrodos en ambos lados de la apertura servirá para crear un suministro de corriente constante, cuando cada partícula en la muestra diluida pase a través de la abertura bajo la presión negativa constante, se produce un cambio transitorio en la resistencia de la corriente continua entre los electrodos, el cambio produce un pulso eléctrico que es proporcional al tamaño de partícula, la cantidad de pulsos que son generados indica el número de partículas que pasan a través de la apertura y la amplitud de cada pulso es proporcional al volumen de cada partícula. Cada pulso se amplifica y se compara con el canal de voltaje de referencia interno, solo aceptando los pulsos de una cierta amplitud. Todos los pulsos recogidos se clasifican en función de los umbrales de voltaje (20).

2.9.3.2. Medición de hematocrito

El autoanalizador hematológico DH-76 calcula el hematocrito (HCT%) de la siguiente manera (20).

$$HCT = \frac{RBC \times MCV}{10}$$

2.9.3.3. Medición de hemoglobina

La hemoglobina está determinada por el método colorimétrico. La muestra diluida es enviada al baño del recuento de leucocitos, donde estará en contacto con cierta cantidad de lisina que hacen que se degraden los hematíes y a su vez se convierta en un complejo de hemoglobina. “Un LED esta puesto a un lado del baño el mismo que emite un haz de luz monocromática con una longitud de onda de 525nm, la luz pasa a través de la muestra. Luego se amplifica la señal y se mide el voltaje , se compara con la lectura de referencia en blanco” (20). Es así como la hemoglobina se mide y se calcula automáticamente, el área de resultados se mostrará como HGB expresada en g/dL.

$$HGB \left(\frac{g}{L} \right) = Constante \times Ln \left(\frac{fotocorriente \text{ en blanco}}{fotocorriente \text{ en muestra}} \right)$$

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

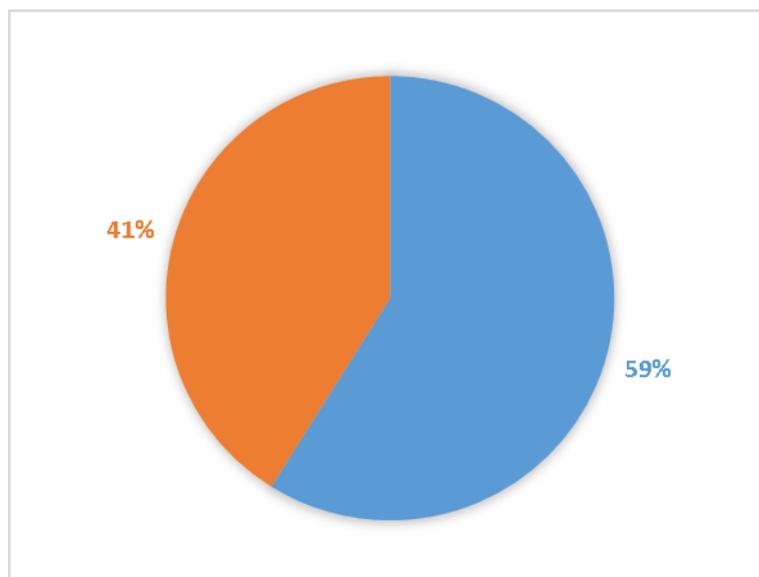
3.1.1. SEXO DE LOS PACIENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 6 Sexo de los pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la UTA. Noviembre 2022.

Sexo	Número de pacientes
Femenino	116
Masculino	81
Total	197

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

Gráfico 3 Porcentaje del sexo de los pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la UTA. Noviembre 2022.



Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

Los pacientes en los cuales se realizó la determinación de hemoglobina y hematocrito fueron 197, de los cuales el 59% son del sexo femenino y el 41% corresponden al sexo masculino siendo la población femenina la que más sobresale.

3.1.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE ACUERDO A LOS MÉTODOS EMPLEADOS

Tabla 7 Factor de corrección para Hematocrito en pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos. Noviembre 2022.

HEMATOCRITO			
Estadístico	AUTOMATIZADO	MANUAL	FC: V.Real/V.Teórico
Media(%)	43.1	43.7	1.0
Desviación estándar(%)	3.98	3.96	0.02
Coefficiente de Variación(%)	0.09	0.09	0.02

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

Tabla 8 Factor de corrección para Hemoglobina en pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos. Noviembre 2022.

HEMOGLOBINA			
Estadístico	AUROMATIZADO	MANUAL	FC: V.Real/V.Teórico
Media(%)	13.4	12.1	1.1
Desviación estándar (%)	1.11	1.29	0.07
Coefficiente de variación(%)	0.08	0.11	0.06

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

3.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

El factor de corrección para hematocrito y hemoglobina son parámetros determinantes para garantizar la calidad entre el método manual y el método automatizado.

H₀= No se necesita un factor de corrección en la evaluación de hematocrito y hemoglobina entre un método manual y el método automatizado.

$\alpha=\beta$

H₁= Se necesita un factor de corrección en la evaluación de hematocrito y hemoglobina entre un método manual y el método automatizado.

$\alpha\neq\beta$

Nivel / Significancia

$\alpha=0,05$

N. confianza =95%

Tabla 9 Prueba T-Student para muestras emparejadas para la verificación de la hipótesis. Noviembre 2022.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	hematocrito_aut - hematocrito_man	1,30761	0,73782	0,05257	1,20394	1,41128	24,875	196	0,000
Par 2	hemoglobina_1 - hemoglobina_2	-0,51371	0,75820	0,05402	-0,62024	-0,40717	-9,510	196	0,000

Autor: Toapanta Tenicota Katherine Alexandra

Con un nivel de confianza del 95%, se rechaza la hipótesis nula (H₀) pues el P-valor de hematocrito y hemoglobina es P=0,000 es menor que $\alpha=0.05$ por la cual se acepta la hipótesis alternativa(H₁) que menciona que se necesita un factor de corrección en la evaluación de hematocrito y hemoglobina entre un método automatizado y un método manual.

El factor de corrección basado en el promedio de las diferencias del V.real/V.teórico, reflejado en el Anexo 8 para hematocrito es 1.0 con una desviación estándar 0.02%. Esta desviación en control de calidad en los laboratorios analíticos representa una inexactitud ya que las mediciones siempre están sujetas a un pequeño grado de incertidumbre (21). Que pueden deberse a errores del operador o del instrumento. Para ello el autor Campuzano (22) menciona que el hematocrito manual por centrifugación se considera que sea mínimamente más alto que el hematocrito obtenido en el método automatizado, debido a que en el método manual se halla plasma atrapado que irremediablemente queda entre los eritrocitos del hematocrito de los hemogramas manuales (p18). McPherson (23) recomienda que cuando el microhematocrito sea utilizado como método de referencia para calibración de aparatos automáticos, previo se realice la corrección del hematocrito mediante la sustracción de la porción media del plasma atrapado en hematocrito de individuos normales, estimado entre 1-3% en una población de pacientes poliglobúlicos (p543). En mi estudio, lo mencionado por el autor McPherson no se ha realizado, puesto que no fueron pacientes con poliglobulia, por ello no se aplicó el factor de corrección a los resultados observados. A pesar que la prueba T-Student nos haya mostrado una diferencia estadística.

El factor de corrección obtenido por el procedimiento ya mencionado, para hemoglobina es 1.1 con una desviación estándar de 0.07%. Esta desviación representa la inexactitud que hay entre los dos métodos, esta puede deberse a errores inherentes como errores propiamente de la muestra, el método, el equipo o el operador (23). Campuzano (22) sostiene que “En los analizadores automatizados, un recuento elevado de leucocitos, usualmente mayor a 10.000/uL, puede generar un falso aumento de la hemoglobina ya que la hiperleucocitosis genera turbidez y afecta la medición de hemoglobina, sobre todo con el uso de cianmetahemoglobina”. En otro estudio se ha demostrado un sesgo del 2-6% al compararlo con el método de referencia(24).

Por consiguiente, a simple vista podemos apreciar que las desviaciones estándares no son altas. Basándonos en ello el autor Bain et al. (24) menciona que la importancia clínica de la evaluación de rendimiento asociado a los métodos, es mejor utilizar los límites aceptables de desviación que para hematocrito es de 4-5% y para hemoglobina

es de 3-4% con respecto al valor diana, teniendo en cuenta que existe la inevitable imprecisión de métodos y las variaciones normales diurnas, por ello para asegurar que los resultados sean clínicamente fiables deben estar dentro de los límites adecuados para corroborar si existe un riesgo en la asistencia del paciente (p542). En nuestro estudio las desviaciones estándar están dentro de los límites adecuados.

Teniendo en cuenta esta situación, no debemos forzar la calibración y los ajustes. Una medición objetiva requiere de una buena calibración de los sistemas analíticos utilizando los calibradores; y cuando se modifican los factores de calibración para que los resultados entre los dos métodos tengan relación, estamos extrapolando esta relación a todos los resultados que se obtengan, con lo que se pierde la objetividad en todos los análisis realizados, puesto que el hematocrito y la hemoglobina alterados afectarían los índices eritrocitarios que dependen de los mismos, “como el volumen corpuscular medio y la concentración media de la hemoglobina corpuscular además del punto de partida de las anemias según Wintrobe, es por ello que los pacientes pueden ser sometidos a procedimientos y exámenes innecesarios” (22). Por ende, en mi estudio no fue aplicado el factor de corrección a los resultados.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se aplicó técnicas estandarizadas de manera correcta en cuanto al hematocrito se realizó el método denominado microhematocrito que emplea la centrifugación de sangre dándonos una separación de tres capas: plasma, leucocitos y eritrocitos. En cuanto a la hemoglobina el método que se aplicó fue cianmetahemoglobina por espectrofotometría basado en el cálculo de la absorbancia de una solución de hemoglobina previa a una reacción en alguno de sus derivados coloreados.

El autoanalizador hematológico DH-76 obtiene el hematocrito mediante un cálculo matemático que relaciona el recuento de eritrocitos y el volumen corpuscular medio. En el caso de la hemoglobina el autoanalizador, utiliza el mismo fundamento que el método manual, la cianmetahemoglobina, incorporando un hemoglobinómetro al instrumento.

El factor de corrección para hematocrito es de 1.0 con desviación estándar 0.02% y para hemoglobina de 1.1 con desviación estándar 0.07%, basado en el promedio de las diferencias del $V_{real}/V_{teórico}$. En mi estudio el factor de corrección se obtuvo, pero clínicamente no es significativo por ende no fue aplicado a los resultados obtenidos.

4.2. RECOMENDACIONES

El factor de corrección en otro estudio, debería ser aplicado en analizadores hematológicos que midan hematocrito y hemoglobina en una población de pacientes con anemia ferropénica y poliglobulia.

Se recomienda que para utilizar el microhematocrito como referencia para calibrar equipos automatizados, previo se realice la corrección por plasma atrapado.

Es recomendable seguir profundizando el estudio y en un nuevo proyecto realizar un ensayo de repetibilidad para medir la precisión de métodos con un coeficiente de variación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Babadoko A, Ibrahim I, Musa A, Usman N. Reproducibility of hematological parameters: Manual versus automated method. *Sub-Saharan African Journal of Medicine*. 2016; 3(2).
2. Waston F.,Maughan R. Artifacts in plasma volume changes due to hematology analyzer-derived hematocrit. *Medicine and science in sports and exercise*. 2014 Jan; 46(1): p. 52-59.
3. Campuzano Maya G. Del hemograma manual al hemograma de cuarta de generacion. *La clinica y el laboratorio*. 2007; 13(11-12).
4. Gutierrez C.,Escobar R.,Cardona J. Concordancia de tres métodos para la determinación de la hemoglobina en donantes de un banco de sangre de Medellín, Colombia – 2012. *Investigaciones Andina*. 2013; 15(27): p. 784-797.
5. Briones N.,Jimenez T.,Farias M. Evaluación de espectrofotómetros para la elaboración de material de referencia empleado en la calibración y el control de la determinación de hemoglobina. *Revista de la Facultad de Medicina*. 2009; 32(1): p. 46-53.
6. Ike S.,Nubila T.,Ukaejiofo E.,Nubila I.,Shuylfeyinwa E. Comparación de parámetros hematológicos determinados por el analizador de hematología automatizado Sysmex KX - 2IN y los conteos manuales. *BMC clinical pathology*. 2010; 10.
7. Gebretsadkan G, Tessema K, Ambachew H, Birhaneselassie M. International Journal of Blood Research and Disorders The Comparison between Microhematocrit and Automated Methods for Hematocrit Determination. *Int J Blood Res Disord*. 2015; 2: p. 1.
8. Alis R.,Sanchis G.,Lippi G.,Roamgnoli M. Microcentrifuge or Automated Hematological Analyzer to Assess Hematocrit in Exercise? Effect on Plasma Volume Loss Calculations. *Journal of Laboratory Automation*. 2016 Jun; 21(3): p. 470-477.
9. Ferreira D.,Oliveira S. Avaliação das dosagens de hemoglobina e hematócrito obtidas por metodologias manual e automatizada dos pacientes atendidos na Fasiclin no ano de 2018 | *Revista Científica Área da Saúde Fasipe*. *Revista Científica Área da Saúde Fasipe*. 2019; 1(2): p. 22-31.

10. Sigcho G, Francisco J. Obtención de un factor de corrección para el hematocrito automatizado en pacientes con anemia ferropénica y poliglobulia. [Online].; 2017[cited 2023 02 14. Available from: <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/13725>.
11. Vasquez N. Variación del hematocrito entre los métodos manual y automatizado. [Online].; 2019 [cited 2023 01 14. Available from:http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/302/1/V%c3%a1squez_FNV.pdf.
12. Tapia N. “Identificación de un factor de corrección para hematocrito y hemoglobina, realizado entre un método automatizado y un método manual”. [Online].; 2013 [cited 2022 12 6. Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3192>.
13. Chafloque C. JA. Comparación de los valores de hematocrito obtenidos mediante dos métodos de centrifugación de pacientes atendidos en el Centro de Salud Chocope, durante los meses de agosto – octubre del 2021[Trabajo de maestria,Universidad Nacional de Trujillo]. [Online].; 2022 [cited 2022 10 7. Available from: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/20366>.
14. Azim W,Parveen S. Comparison of photometric cyanmethemoglobin and automated methods for hemoglobin estimation. Journal of Ayub Medical College Abbottabad. 2002; 14(3).
15. Silva MC. Manual Del Técnico Superior de Laboratorio de Analisis Clinicos. Modulo I.e-book. 1st ed. Eduforma , editor. España: MAD; 2004.
16. Pagana K, Pagana T. Laboratorio Clinico.Indicaciones e interpretacion de resultados. 5th ed. Uriza T, editor. Mexico: El Manual Moderno,S.A de C.V.; 2015.
17. Carrasco M.,Garcia B.,Rubio C. Fundamentos y Técnicas Análisis Hematológicos y Citológicos. 7th ed. Ediciones Paraninfo SA, editor. España: Reimpresa; 2004.
18. QCA(Quimica Clinica Aplicada). Hemoglobina. [Online].; 2017 [cited 2022 Febrero 15.Available from:<https://www.miguelstrellarepresentaciones.com/wp-content/uploads/2015/12/Hemoglobina-Concentrada-1-de-10.pdf>
19. REACT LAB. DYMIN D DH76. [Online].;2012[cited 2023 Febrero 13. Available from:https://reactlab.com.ec/wp-content/uploads/2020/05/AF_Brochure_Dymind_DH76_ReactLab_web.pdf.

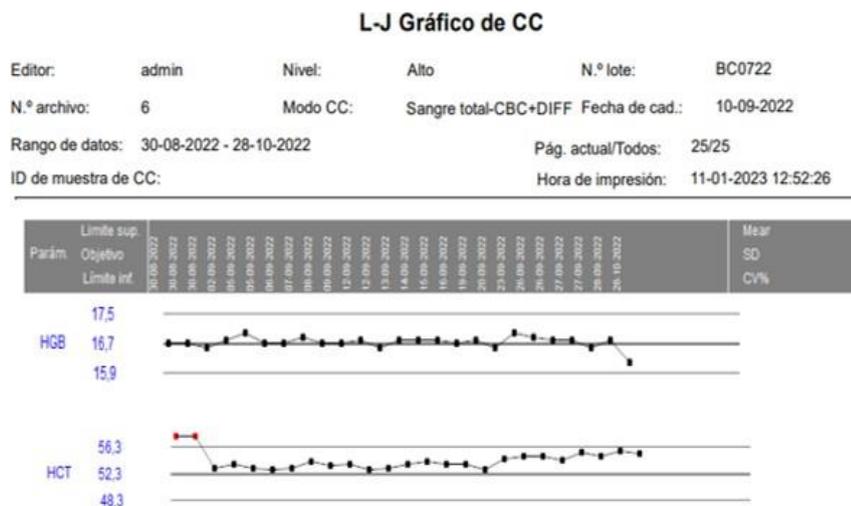
20. Shenzhen Dymind Biotechnology Co. L. Auto Hematology Analyzer. [Online]. [cited 2023 Febrero 14. Available from:<https://www.mr-healthcare.com/uploads/file/20190516/1557978841203221.pdf>.
21. Kirchner A, Jesus M, Guerra R, Dharan M. Control de calidad en los laboratorios clinicos. 5th ed. España: Reverte; 2021.
22. Campuzano G. Interpretación del hemograma automatizado: claves para mejor utilizacion de la prueba. Medicina & Laboratorio. 2013; 19: p. 11-68.
23. McPherson R. Laboratorio. 14th ed. España: Elsevier Health Sciences; 2022.
24. Bain B, Bates I, Laffan M. Dacie Y Lewis. Hematología Práctica. 18th ed. España: Elsevier Health Sciences; 2018.

ANEXOS

Anexo 1 Toma de muestras a estudiantes que asisten al Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la UTA. Noviembre 2022.



Anexo 2 Calibración del Autoanalizador hematológico DH-76 el 10 de Octubre del 2022. Noviembre 2022.



Anexo 3 Homogenización de las muestras previo al análisis. Noviembre 2022



Anexo 4 Proceso para la determinación de HCT por el método manual (microhematocrito).
Noviembre 2022.



Anexo 5 Inserto de la marca QCA utilizado en la determinación de hemoglobina por el método cianmetahemoglobina. Noviembre 2022.

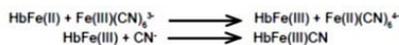
HEMOGLOBINA MÉTODO DE LA CIANMETAHEMOGLOBINA

Para la determinación "in vitro" de hemoglobina en sangre total



PRINCIPIO

El Fe (II) de la hemoglobina, oxihemoglobina y carboxi-hemoglobina es oxidado a Fe (III) por el ión ferricianuro, dando lugar a la metahemoglobina que, en presencia de ión cianuro, origina la cianmetahemoglobina, compuesto de color rojo y estable, que se puede determinar fotométricamente.



UTILIDAD DIAGNÓSTICA

La hemoglobina es una proteína de la sangre de estructura cuaternaria y de color rojo que posee un grupo hemo con hierro en su interior. Su función principal es el transporte de oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos y el dióxido de carbono desde los tejidos hasta los pulmones. También participa en la regulación del pH de la sangre.

Una concentración de hemoglobina por debajo de los valores normales puede ser debida a anemia, cáncer, enfermedades renales, hemorragias, hemólisis o daño en la médula ósea.

Unos valores de hemoglobina elevados pueden ser indicativos de deshidratación, enfermedad renal, enfermedad pulmonar crónica, tumores o cardiopatías.

El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

REACTIVOS

1 x 100 mL. (Ref. 99 60 23). Contiene:
1 x 100 mL. Reactivo Drabkin concentrado (1:10)

Ref. 99 03 11

Kit 3 x 100 mL. (Ref. 99 60 30). Contiene:
3 x 100 mL. Reactivo Drabkin concentrado (1:10)

Ref. 99 03 11

PREPARACION DEL REACTIVO DE TRABAJO

El reactivo de trabajo se prepara haciendo una dilución 1:10 del reactivo de Drabkin (100 mL de reactivo Drabkin + 900 mL de agua desionizada)

COMPOSICIÓN DEL REACTIVO DE TRABAJO

Las concentraciones en la disolución reactiva son:

Ferricianuro potásico 0,5 mM
Cianuro potásico 0,8 mM
Conservantes y estabilizantes

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

El reactivo, mantenido a temperatura ambiente ($\leq 25^\circ\text{C}$), es estable hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta.

Indicaciones de alteración de los reactivos:

Presencia de partículas o turbidez. Blanco del reactivo de trabajo $> 0,1$.

MATERIAL NECESARIO NO SUMINISTRADO

Material común de laboratorio.
Espectrofotómetro, analizador automático o fotómetro termostatzado a 37°C . Cubeta de 1 cm de paso de luz.

MUESTRA

Sangre total heparinizada o con EDTA
La hemoglobina es estable 1 semana a $2-8^\circ\text{C}$.

PRECAUCIONES

El reactivo contiene Cianuro que es venenoso. Utilizar pipetas de seguridad y manipular con precaución.

Las indicaciones de seguridad se encuentran en la etiqueta de los productos.

Se aconseja consultar la ficha de datos de seguridad antes de la manipulación del reactivo. La eliminación de residuos debe hacerse según la normativa legal vigente.

CONTROL DE CALIDAD

Se aconseja que cada laboratorio establezca su propio programa de control de calidad y los procedimientos de corrección de las desviaciones en las medidas.

AUTOANALIZADORES

Adaptaciones a distintos analizadores automáticos, disponibles bajo demanda.

PROCEDIMIENTO

Técnica	BL mL	PR mL
Muestra	-	0,010
Reactivo	2,5	2,5

Mezclar bien e incubar 10 min a Temperatura ambiente ($20-25^\circ\text{C}$). Leer los resultados.

Lectura

Longitud de onda: 546 nm; 540 nm.

Blanco: el contenido del tubo BL.

Estabilidad del color: 8 horas.

CÁLCULOS

Con factor:

Abs muestra $\times 37 = \text{g Hemoglobina} / \text{dL}$

El valor del factor de cálculo se obtiene al aplicar la relación:

$$20 \text{ g/dL} / 0,545_{\text{abs}}$$

El valor de Abs. de 0,545 es el resultado que se obtendría después de procesar una muestra, en las condiciones indicadas en la metódica, con una concentración de 20 g/dL de Hemoglobina.

Unidades SI:

(g/dL) $\times 0,155 = \text{mmol/L}$

VALORES DE REFERENCIA

Hombres: 13 - 18 g/dL

Mujeres: 11 - 16 g/dL

Estos valores son a título orientativo. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

CONVERSIÓN DE VALORES DE HEMOGLOBINA 100 % Hemoglobina = 16 g/dL

g/dL Hb	% Hemoglobina	g/dL Hb	% Hemoglobina
18,0	112,5	12,8	80,0
17,6	110,0	12,4	77,5
17,2	107,5	12,0	75,0
16,8	105,0	11,6	72,5
16,4	102,5	11,2	70,0
16,0	100,0	10,8	67,5
15,6	97,5	10,4	65,0
15,2	95,0	10,0	62,5
14,8	92,5	9,6	60,0
14,4	90,0	9,2	57,5
14,0	87,5	8,8	55,0
13,6	85,0	8,4	52,5
13,2	82,5	8,0	50,0

PRESTACIONES. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Las características de funcionamiento del producto dependen tanto del reactivo como del sistema de lectura manual o automático empleados.

Los siguientes datos se han obtenido de forma manual:

Sensibilidad, como límite de detección: 2,0 g/dL

Linealidad: Hasta 25 g de hemoglobina/dL

Exactitud, como % de recuperación: 95,2%

Precisión en la serie, como CV%: 2,74%

Precisión entre series, como CV%: 2,98%

Veracidad. Los resultados obtenidos con el reactivo no presentan diferencias significativas al compararlo con el reactivo considerado de referencia.

Los datos detallados del estudio de las prestaciones del reactivo están disponibles bajo demanda.

INTERFERENCIAS

No se conocen interferencias destacables.

Se recomienda el uso de material desechable para evitar contaminaciones indeseables.

BIBLIOGRAFÍA

van Kampen, E.J., Zijlstra, W.G.(1961). Clin. Chim. Acta, 6, 538-544.

International Committee for Standardization in Haematology (1978). J.Clin. Path., 31, 139-143.



Anexo 6 Proceso para la determinación de HGB por el método manual (espectrofotetría).
Noviembre 2022.



Anexo 7 Proceso para la determinación de HCT y HGB por el método automatizado (DH76).
Noviembre 2022.



Anexo 8 Resultados de la HGB. y HCT. de los pacientes atendidos en el Laboratorio de Análisis
Bioquímicos y Bacteriológicos. Noviembre 2022.

ID	Hct. AUTOMAT IZADO (%)	Hct. MANUAL (%)	FC: V.Real/V. Teórico	Hb. AUTOMA TIZADA (g/dL)	Hb. MANUAL (g/dL)	FC: V.Real/V. Teórico
1	43,0	43,0	1.0	13,0	11,0	1.2
2	49,3	50,0	1.0	15,8	15,5	1.0
3	42,0	42,0	1.0	14,0	12,0	1.2
4	40,0	41,0	1.0	13,0	12,0	1.1
5	42,0	42,0	1.0	12,0	11,0	1.1
6	39,8	41,0	1.0	13,0	12,0	1.1
7	39,0	39,0	1.0	12,0	13,0	1.0
8	41,8	45,0	0.9	12,0	11,0	1.1
9	45,2	46,5	1.0	13,0	12,0	1.1
10	38,8	39,0	1.0	12,7	12,3	1.0
11	43,0	43,0	1.0	15,0	14,0	1.1
12	50,0	50,0	1.0	13,0	11,0	1.2
13	48,0	49,0	1.0	13,0	12,0	1.1
14	43,0	43,0	1.0	15,0	13,0	1.2
15	50,0	50,0	1.0	12,0	11,0	1.1
16	36,6	37,0	1.0	11,9	12,0	1.0
17	40,0	40,0	1.0	12,0	11,0	1.1
18	39,9	41,0	1.0	12,8	12,0	1.1
19	38,0	39,0	1.0	14,0	12,0	1.2
20	48,0	49,0	1.0	14,0	12,0	1.2
21	40,0	40,0	1.0	12,0	11,0	1.1
22	42,0	42,0	1.0	14,0	13,0	1.1

23	44,0	44,0	1.0	14,0	13,0	1.1
24	45,4	48,0	0.9	14,0	13,0	1.1
25	43,0	45,0	1.0	14,0	12,0	1.2
26	38,5	40,0	1.0	13,0	12,0	1.1
27	38,0	38,0	1.0	15,0	13,0	1.2
28	45,0	45,0	1.0	12,0	11,0	1.1
29	37,0	37,0	1.0	12,0	10,0	1.2
30	47,0	47,0	1.0	14,0	12,0	1.2
31	43,0	45,0	1.0	14,0	12,0	1.2
32	40,1	43,0	0.9	15,0	13,0	1.2
33	37,0	37,0	1.0	13,0	11,0	1.2
34	47,0	47,0	1.0	12,0	11,0	1.1
35	38,0	39,0	1.0	12,4	12,8	1.0
36	41,0	42,0	1.0	13,3	13,0	1.0
37	41,2	42,0	1.0	13,4	13,0	1.0
38	47,0	48,0	1.0	13,0	11,0	1.2
39	45,0	45,0	1.0	15,0	14,0	1.1
40	39,9	40,0	1.0	13,1	12,3	1.1
41	50,0	50,0	1.0	15,0	13,0	1.2
42	40,1	41,0	1.0	13,1	11,7	1.1
43	40,4	41,0	1.0	12,9	14,6	0.9
44	49,6	51,0	1.0	15,0	14,0	1.1
45	37,0	38,0	1.0	12,0	11,0	1.1
46	41,7	42,0	1.0	13,8	15,4	0.9
47	47,0	47,0	1.0	14,0	12,0	1.2
48	40,2	41,0	1.0	12,8	13,5	0.9

49	37,0	37,0	1.0	14,0	13,0	1.1
50	38,0	38,0	1.0	12,0	11,0	1.1
51	50,0	50,0	1.0	12,0	11,0	1.1
52	41,0	41,0	1.0	14,0	13,0	1.1
53	46,0	46,0	1.0	13,0	11,0	1.2
54	45,0	45,0	1.0	12,0	10,0	1.2
55	48,0	48,0	1.0	12,0	10,0	1.2
56	36,7	39,0	0.9	15,0	14,0	1.1
57	38,2	39,0	1.0	12,5	12,0	1.0
58	44,9	46,0	1.0	12,0	10,0	1.2
59	45,0	45,0	1.0	15,0	14,0	1.1
60	44,0	45,0	1.0	14,0	13,0	1.1
61	44,1	46,0	1.0	12,0	11,0	1.1
62	44,0	44,0	1.0	12,0	11,0	1.1
63	41,9	45,0	0.9	14,0	13,0	1.1
64	42,0	42,0	1.0	15,0	14,0	1.1
65	49,0	49,0	1.0	12,0	10,0	1.2
66	37,0	37,0	1.0	13,0	12,0	1.1
67	44,0	44,0	1.0	14,0	12,0	1.2
68	38,9	40,0	1.0	12,3	12,6	1.0
69	44,0	45,0	1.0	13,0	11,0	1.2
70	43,0	45,0	1.0	14,0	13,0	1.1
71	41,0	41,0	1.0	12,0	10,0	1.2
72	48,1	49,0	1.0	12,0	11,0	1.1
73	40,3	42,0	1.0	14,0	12,0	1.2
74	45,0	45,0	1.0	15,0	13,0	1.2

75	42,0	42,0	1.0	15,0	13,0	1.2
76	44,0	44,0	1.0	15,0	13,0	1.2
77	43,4	46,0	0.9	12,0	10,0	1.2
78	38,0	38,0	1.0	13,0	12,0	1.1
79	55,0	55,0	1.0	13,0	11,0	1.2
80	43,0	43,0	1.0	15,0	14,0	1.1
81	45,0	45,0	1.0	15,0	14,0	1.1
82	37,0	37,0	1.0	14,0	13,0	1.1
83	41,0	41,0	1.0	12,0	10,0	1.2
84	47,0	47,0	1.0	15,0	14,0	1.1
85	46,0	46,0	1.0	14,0	13,0	1.1
86	43,8	45,0	1.0	12,0	10,0	1.2
87	40,1	41,0	1.0	13,0	12,0	1.1
88	43,5	44,0	1.0	12,0	11,0	1.1
89	40,2	43,0	0.9	15,0	13,0	1.2
90	46,0	46,0	1.0	15,0	14,0	1.1
91	46,0	46,0	1.0	12,0	10,0	1.2
92	42,7	43,0	1.0	13,9	12,9	1.1
93	48,0	48,5	1.0	15,0	13,0	1.2
94	50,0	50,0	1.0	14,0	13,0	1.1
95	43,0	43,0	1.0	15,0	13,0	1.2
96	42,0	42,0	1.0	13,0	12,0	1.1
97	40,1	43,0	0.9	14,0	12,0	1.2
98	45,0	45,0	1.0	12,0	10,0	1.2
99	46,0	46,0	1.0	15,0	14,0	1.1
100	43,0	43,0	1.0	14,0	13,0	1.1

101	43,0	43,0	1.0	13,0	12,0	1.1
102	48,0	48,0	1.0	14,0	12,0	1.2
103	41,8	42,0	1.0	13,6	14,0	1.0
104	40,0	41,0	1.0	12,0	11,0	1.1
105	50,0	50,0	1.0	12,0	11,0	1.1
106	49,0	50,0	1.0	13,0	12,0	1.1
107	40,0	40,0	1.0	14,0	12,0	1.2
108	40,0	41,0	1.0	15,0	13,0	1.2
109	41,0	41,0	1.0	13,0	11,0	1.2
110	39,0	39,0	1.0	14,0	13,0	1.1
111	40,3	41,0	1.0	13,0	12,1	1.1
112	42,5	43,0	1.0	13,5	14,5	0.9
113	50,0	50,0	1.0	15,0	13,0	1.2
114	45,0	45,0	1.0	13,0	12,0	1.1
115	43,6	44,0	1.0	15,0	13,0	1.2
116	38,9	39,0	1.0	12,6	13,5	0.9
117	45,0	45,0	1.0	14,0	13,0	1.1
118	48,0	48,0	1.0	13,0	11,0	1.2
119	38,0	38,0	1.0	12,0	10,0	1.2
120	41,8	44,0	1.0	15,0	13,0	1.2
121	41,0	41,0	1.0	13,0	12,0	1.1
122	42,3	43,0	1.0	13,7	11,7	1.2
123	42,2	43,0	1.0	15,0	13,0	1.2
124	42,0	43,0	1.0	15,0	14,0	1.1
125	40,0	40,0	1.0	14,0	13,0	1.1
126	41,0	41,0	1.0	12,0	11,0	1.1

127	46,0	46,0	1.0	14,0	13,0	1.1
128	45,0	45,0	1.0	14,0	12,0	1.2
129	42,0	43,0	1.0	15,0	14,0	1.1
130	41,0	41,0	1.0	13,0	12,0	1.1
131	44,0	45,0	1.0	15,0	14,0	1.1
132	39,6	40,0	1.0	14,0	12,0	1.2
133	37,0	37,0	1.0	12,0	10,0	1.2
134	49,0	49,0	1.0	12,0	10,0	1.2
135	49,0	49,0	1.0	13,0	12,0	1.1
136	40,0	40,0	1.0	13,0	11,0	1.2
137	40,0	41,0	1.0	13,0	12,0	1.1
138	39,0	39,0	1.0	13,0	12,0	1.1
139	40,0	40,0	1.0	13,0	11,0	1.2
140	47,0	47,0	1.0	13,0	12,0	1.1
141	46,0	46,0	1.0	15,0	14,0	1.1
142	40,3	41,0	1.0	13,0	13,0	1.0
143	49,0	49,0	1.0	13,0	11,0	1.2
144	45,0	45,0	1.0	13,0	12,0	1.1
145	37,0	37,0	1.0	12,0	10,0	1.2
146	49,0	49,0	1.0	15,0	14,0	1.1
147	50,0	50,0	1.0	13,0	12,0	1.1
148	48,0	50,0	1.0	12,0	11,0	1.1
149	49,0	49,0	1.0	15,0	14,0	1.1
150	45,0	45,0	1.0	13,0	11,0	1.2
151	50,9	51,0	1.0	13,0	12,0	1.1
152	47,0	47,0	1.0	13,0	12,0	1.1

153	38,0	38,0	1.0	12,0	10,0	1.2
154	49,3	51,0	1.0	14,0	12,0	1.2
155	47,6	48,0	1.0	12,0	11,0	1.1
156	50,0	50,8	1.0	14,0	12,0	1.2
157	46,0	46,0	1.0	13,0	12,0	1.1
158	38,0	38,0	1.0	12,0	11,0	1.1
159	40,0	42,0	1.0	15,0	13,0	1.2
160	38,0	38,0	1.0	15,0	13,0	1.2
161	40,0	43,0	0.9	12,0	10,0	1.2
162	48,0	48,0	1.0	14,0	12,0	1.2
163	42,0	42,0	1.0	14,0	12,0	1.2
164	38,7	39,0	1.0	12,6	13,0	1.0
165	45,0	45,0	1.0	13,0	11,0	1.2
166	45,0	45,0	1.0	15,0	14,0	1.1
167	46,0	46,0	1.0	14,0	13,0	1.1
168	44,0	46,0	1.0	15,0	14,0	1.1
169	37,0	38,0	1.0	14,0	12,0	1.2
170	37,9	39,0	1.0	12,4	12,0	1.0
171	39,0	39,0	1.0	13,0	12,0	1.1
172	45,0	45,0	1.0	12,0	10,0	1.2
173	44,0	44,0	1.0	14,0	12,0	1.2
174	37,0	37,0	1.0	15,0	14,0	1.1
175	46,0	46,0	1.0	15,0	14,0	1.1
176	37,9	39,0	1.0	12,4	12,0	1.0
177	50,0	50,0	1.0	15,0	14,0	1.1
178	41,3	42,0	1.0	13,0	11,0	1.2

179	44,0	45,0	1.0	14,0	12,0	1.2
180	39,0	39,0	1.0	12,0	10,0	1.2
181	46,0	46,0	1.0	12,0	10,0	1.2
182	47,0	47,0	1.0	15,0	14,0	1.1
183	43,0	43,0	1.0	12,0	10,0	1.2
184	39,1	40,0	1.0	14,0	12,0	1.2
185	48,0	48,0	1.0	12,0	11,0	1.1
186	39,4	40,0	1.0	13,0	12,9	1.0
187	49,0	49,0	1.0	12,0	10,0	1.2
188	49,6	51,0	1.0	14,0	12,0	1.2
189	49,3	50,0	1.0	15,0	13,0	1.2
190	39,0	39,0	1.0	12,0	10,0	1.2
191	41,0	42,0	1.0	13,2	13,0	1.0
192	43,0	44,0	1.0	12,0	10,0	1.2
193	49,6	51,0	1.0	14,0	12,0	1.2
194	49,3	50,0	1.0	15,0	13,0	1.2
195	39,0	39,0	1.0	12,0	10,0	1.2
196	41,0	42,0	1.0	13,2	13,0	1.0
197	43,0	44,0	1.0	12,0	10,0	1.2