

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

**LA AUTOMATIZACION DE LA BIOMETRIA HEMATICA**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER  
EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A  
MARIA DE LOURDES BACA LOPEZ

México, D. F.

1969



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO:**

**PRESIDENTE** FERNANDO VELEZ OROZCO  
**VOCAL** RAMON ULACIA ESTEVE  
**SECRETARIO** BENITO CURIEL HABIF  
**1o. SUPLENTE** DEA CORONADO PERDOMO  
**2o. SUPLENTE** CESAR A. DOMINGUEZ CAMACHO

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:**

Laboratorio de Hematología de la Sociedad de Beneficencia Española.

**SUSTENTANTE:**

*Ma. de Lourdes Baca L.*  
MA. DE LOURDES BACA LOPEZ

**ASESOR DEL TEMA:**

*F. Velez O*  
FERNANDO VELEZ OROZCO

**SUPERVISOR TECNICO:**

*Alfonso Velez O*  
ALFONSO VELEZ OROZCO

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A HUMBERTO

# **C O N T E N I D O**

**I. - INTRODUCCION**

**II. - GENERALIDADES**

**III. - MATERIAL Y METODOS**

**IV. - RESULTADOS**

**V. - INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

**VI. - RESUMEN Y CONCLUSIONES**

**VII. - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**C A P I T U L O     I**

## INTRODUCCION

La necesidad de automatizar las cuentas globulares es cada vez mayor, debido a que este tipo de análisis se practica de rutina en casi todos los enfermos, ya sean hospitalizados o ambulatorios. En este trabajo se trata de determinar las diferencias cuantitativas que puedan existir entre el método electrónico y el manual hecho comunmente.

La buena práctica permite al laboratorista realizar un promedio de entre veinte a treinta cuentas visuales por día, limitando su exactitud. Con el empleo del método electrónico aumentará el número de determinaciones, la exactitud y se reducirá el tiempo.

Con esta ventaja el personal técnico necesario para este tipo de análisis rutinarios será menor, pudiéndose entonces dedicar mayor número de profesionistas a estudios más delicados que a la fecha requieren mayor atención.

Agradezco al Dr. Alfonso Velez O., su valiosa cooperación al dirigirme esta Tesis. Asimismo agradezco a la Sociedad de Beneficencia Española el permitirme realizar este trabajo dentro de sus laboratorios de Análisis Clínicos.

**C A P I T U L O     I I**

## GENERALIDADES

La sangre es una suspensión de eritrocitos, leucocitos y plaquetas en plasma.

Los eritrocitos merced a la hemoglobina que contienen actúan como vectores de oxígeno y de anhídrido carbónico. Son las células que sirven de enlace entre el pulmón y la totalidad de los tejidos, y por lo mismo forman parte de la función respiratoria. La destrucción de los hematíes suministra la bilirrubina, material necesario para la saponificación y absorción de los lípidos.

Los leucocitos intervienen en las funciones defensivas antimicrobianas, contienen anticuerpos y liberan gamma globulinas muy útiles para la defensa orgánica.

Los trombocitos o plaquetas intervienen en la hemostasis, acumulándose en las heridas vasculares e iniciando la coagulación de la sangre por liberación de tromboplastina.

El recuento de los glóbulos rojos, blancos y plaquetas de la sangre es un examen tan fundamental que se practica en todos los enfermos hospitalizados y aún en los ambulatorios. La determinación del número de cada uno de estos elementos posee la mayor importancia no sólo para el diagnóstico propio de las enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos, sino también en el de otros muchos procesos patológicos que repercuten grandemente en la sangre, ya que puede decirse que la sangre es el espejo de la patología.

El principio de los recuentos globulares consiste en diluir la sangre en una proporción exacta, con ciertos líquidos, y luego examinar al microscopio, por medio de cámaras especiales, una pequeña cantidad de la muestra, contando el número de elementos globulares que se advierten en la cámara reticulada y calculando por medio de sencillas operaciones aritméticas, el número que de estos elementos existen por milímetro cúbico de sangre.

El número total de hemáties por milímetro cúbico se considera entre 5,000,000 a 5,500,000 en el hombre y de 4,000,000 a 4,500,000 en la mujer, a la altura de la Ciudad de México.

El número de plaquetas es muy variable y depende mucho del método empleado en su determinación, en general oscila entre 150,000 y 350,000 elementos por milímetro cúbico.

El número y proporción relativa de leucocitos que existen por milímetro cúbico de sangre periférica posee gran interés diagnóstico. Cifras dentro de los límites normales (6,500 a 8,500 por  $\text{mm}^3$ ) se llaman normoleucocitosis, por debajo de ella hay leucopenia y las cifras elevadas se denominan leucocitosis.

Las variaciones de las cifras absolutas de leucocitos en estados patológicos, sólo tienen interés si se toman en cuenta las alteraciones específicas de cada una de las variedades. Estas alteraciones de la variedad de leucocitos, se determinan mediante la fórmula diferencial.

El número de leucocitos está sujeto a variaciones fisiológicas como son: la edad, tipo de alimentación, etc.

La sangre conteniendo un número normal de eritrocitos por milímetro cúbico se llama normocitémica, si es menor oligocitémica y si es mayor policitémica.

Las policitemias pueden ser reales y aparentes, pues en caso de hemoconcentración el número total de eritrocitos no varía, las cuentas altas resultantes débense a la disminución de el líquido donde se encuentran suspendidos. En el caso de policitemias verdaderas hay aumento efectivo de el número total de hemáties en la circulación. La policitemia-vera o enfermedad de Vaquez se debe a una hiperplasia medular, con producción exagerada de hemáties, presentándose hasta más de 10,000,000 por milímetro cúbico.

Las policitemias sintomáticas alcanzan cifras tan elevadas como las anteriores y sus causas fundamentales se clasifican en respiratorias y circulatorias, llegándose a producir cianosis y congestionamientos graves.

La hemoglobina es una cromoproteína que ocupa el segundo lugar en abundancia en la sangre, (después del agua) constituye aproximadamente el 16% de este tejido. Su función principal, como ya se mencionó con ante-

rioridad, es el acarreo de oxígeno desde los pulmones hasta cada una de las células del organismo.

Constituye aproximadamente el 32% de los eritrocitos y normalmente só lo se encuentra en el interior de los hematíes.

Las cifras de hemoglobina en sangre se considera que pueden variar de 13,5 a 17,5 g/100 ml. de sangre, sin embargo la cifra normal debe ser -- considerada en cada caso de acuerdo con las circunstancias del sujeto. Cifras de 11 a 11,5 se consideran como principio de anemia; de 9 a 11 indican anemia franca; de 7 a 9 son de anemia grave de 5 a 7 anemia muy grave o peligrosa, y menos de 5 g/100 ml. constituyen anemia extrema.

La anemia es un síndrome común a muchas enfermedades, consiste en la disminución de la cantidad de hemoglobina y de eritrocitos en el organismo. Conviene precisar que la disminución de hemoglobina ( oligocronemia ) y la de los eritrocitos ( oligocitemia ) debe ser absoluta, o sea un descenso real de dichos valores.

La anemia es un síndrome y no una enfermedad; puede ser provocada -- por causas variadas y complejas ( factores constitucionales, carencias, -- pérdidas de sangre, intoxicaciones, etc. ) Estas causas pueden actuar en -- forma atenuada, el organismo compensa esta falta de hematíes por regulación de los órganos de depósito y por hiperfunción del sistema medular eritropoyético. Cuando la causa es muy intensa y fallan los mecanismos compensadores, entonces se establece la anemia.

## MÉTODOS EMPLEADOS PARA LOS RECUENTOS GLOBULARES

Los métodos comunmente empleados con este fin se clasifican en:

### a). Densitométricos

Se practican determinando la cantidad de la sangre total y la del -- plasma y comparando los resultados en tablas especiales se deduce el número de eritrocitos por milímetro cúbico. Este procedimiento es inexacto y muy poco empleado.

b). Turbidimétricos.

Se basan en hacer diluciones de la sangre y comparar la turbidez de las mismas con patrones tratados en igual forma. Pueden trazarse una gráfica de turbidez contra dilución por medio de un fotocolorímetro.

Las principales fallas están en la variación de las lecturas causadas por la diversidad de tamaños, formas anormales de hemáties, y sobre todo aglomeraciones de los mismos, que se traducen en amplias alteraciones.

c). Por Dilución o Cuenta Directa

Son los métodos más empleados, su fundamento ya se explicó con anterioridad y su técnica se tratará más detalladamente en el capítulo siguiente.

d). Electrométricos

Este procedimiento es muy exacto y rápido, pero como inconveniente práctico está el alto costo del aparato.

Para la determinación simultánea de cuenta de glóbulos blancos, -- glóbulos rojos y hemoglobina es muy usado el Sistema Autoanalizador Contador. Nathan Gochman y el Dr. Sturk Jon en el Simposium de Technicon de 1964 presentaron una evaluación del autoanalizador con un módulo contador de células prototipo para la determinación simultánea de cuentas de -- glóbulos rojos y hemoglobina, antes en el Programa de 1965 el Dr. Teodoro Spaert evaluó la determinación automática de glóbulos blancos con un -- modelo nuevo de contador de células.

La determinación de cuentas de glóbulos rojos, glóbulos blancos y hemoglobina son realizadas automáticamente a razón de sesenta muestras de sangre sin medir por hora, trayendo las ventajas de la automatización completa del trabajo de rutina pesado del laboratorio de hematología.

La figura A ilustra esquemáticamente los sistemas ópticos y electrónicos del contador y la generación de las señales que son registradas. -- Un rayo de luz extremadamente pequeño es producido por una serie de lentes y proyectado a través de una celda de flujo hasta un disco de campo oscuro, toda la luz es detenida en el disco. Una partícula interrumpe el rayo de luz y produce un parpadeo que pasa al disco y es enfocado hasta el tubo

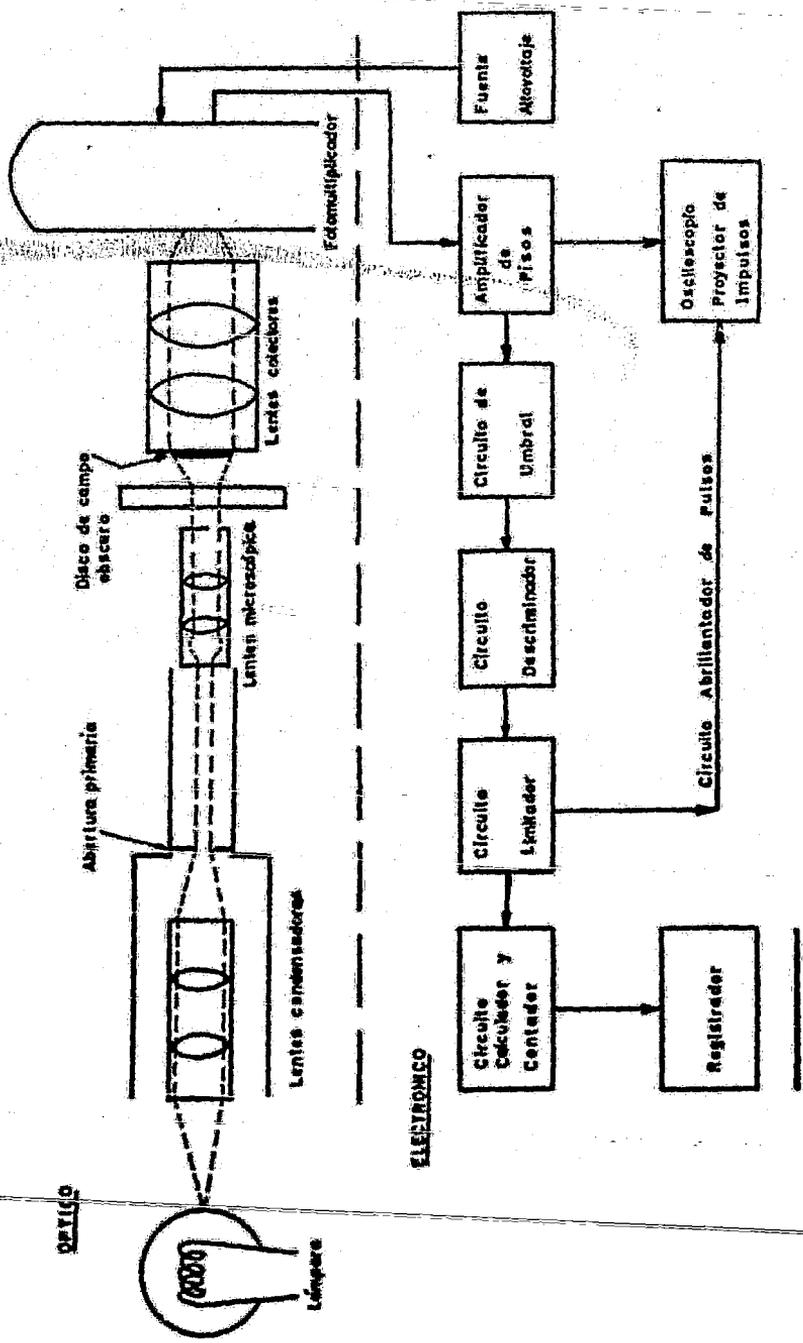


Fig. A

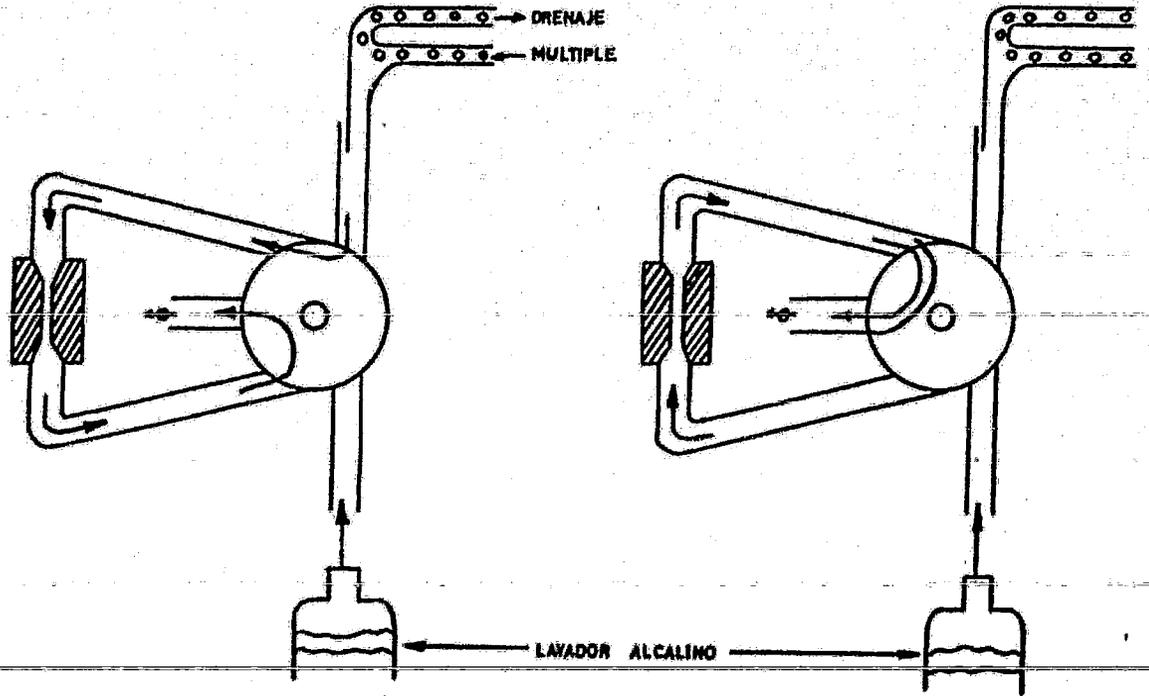
fotomultiplicador, esto genera un pulso eléctrico el cual es proyectado visualmente sobre el osciloscopio e introducido al circuito contador. Si la amplitud del pulso excede al límite del umbral preajustado, este es contado y se registra la escala de pulsos contadores. La cuenta registrada es proporcional a la concentración de partículas que pasan a través de la celda de flujo. ( Figura B ).

La Figura B muestra con detalle una importante vista de la celda de flujo continuo del contador. Este es una válvula lavadora reversible la cual está automáticamente programada para introducir un flujo lavador de células, diez segundos después de que cada " pico " de muestra es registrado, esto hace que la práctica sea continua y de poco cuidado sin la posibilidad de que se acumule basura celular en la celda de flujo argosta e interrumpa el patrón de flujo. Para iniciar el ciclo lavado muestra, el operador acciona el contacto de la válvula reloj después de que la muestra es registrada.

Un diagrama esquemático del flujo de los módulos y del múltiple para el sistema simultáneo se muestra en la Figura C.

0.3 ml. de la muestra de sangre la cual ha sido automáticamente agitada para asegurar homogeneidad, es aspirada de la capa de muestra y distribuida a los tres circuitos. La muestra para hemoglobina es diluida con un chorro de agua destilada segmentada con aire para hemólisis rápida, enseguida es mezclada con reactivo de Drabkin modificado para conversión de hemoglobina a cianometa-hemoglobina y entonces es medida colorimétricamente a 550 milimicrones. La muestra para cuenta de glóbulos blancos es diluida con reactivo segmentado con aire conteniendo 3% de ácido acético y 1% de tergitol Npx en agua destilada. Esto hemoliza efectivamente glóbulos rojos. Los núcleos de glóbulos blancos residuales son contados por el primer contador de glóbulos. La muestra para cuenta de glóbulos rojos es diluida con solución salina al 10.9% segmentada con aire y entonces pasa al desburbujador desde una porción es remuestrada y diluida con salina.

Los glóbulos rojos incluyendo un porcentaje insignificante de glóbulos blancos son contados por el segundo contador de células. Las tres determinaciones son registradas simultáneamente con plumas individuales.



. Fig. b

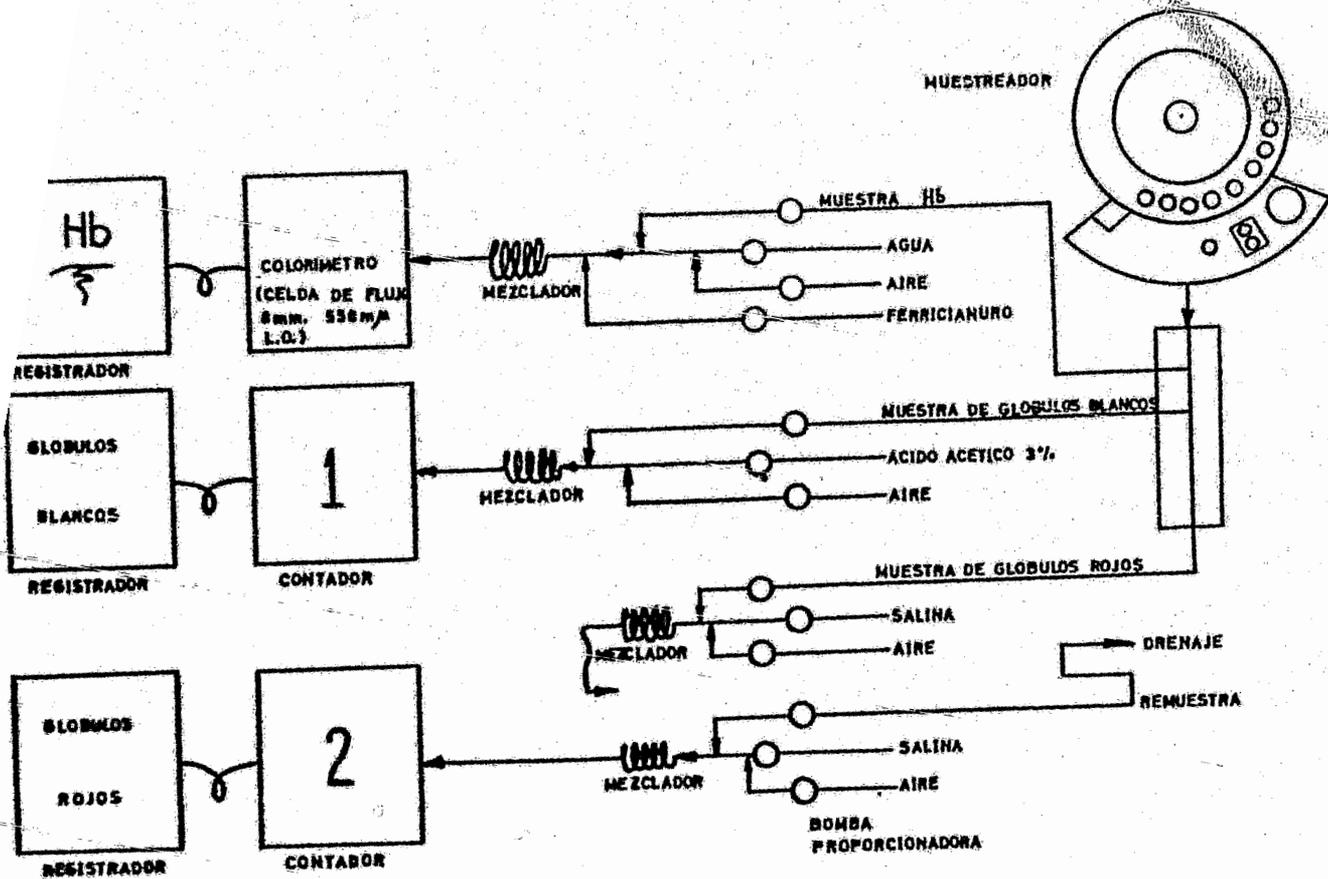


Fig. C

**Cálculos.** - Lo mismo que con otros Auto Analizadores es realizado por comparación con una curva de calibración preparada con una serie de standars. En trabajos anteriores sobre determinaciones de glóbulos rojos fué usada una muestra standard de sangre venosa, la cual fue contada repetidamente con la técnica manual de la cámara para establecer un valor altamente satisfactorio, este método tuvo la desventaja de que el standard se puede usar solo por un día y que las cuentas manuales tienen que volver a efectuarse cuando un standard de sangre fresca se tenga que contar. Esto fundamenta que levadura seca del tipo comunmente adquirible para banco de sangre puede ser preparada en suspensión para dar una concentración de partículas similar a la concentración de glóbulos rojos de sangre venosa. La adición de fna al 1% a la levadura diluida previenen la fermentación y multiplicación y resulta un standard el cual es estable por una semana. Debido al tamaño de partículas homogéneo de la levadura los niveles de concentración son reproducibles y pueden ser archivados con peso dado relación de volumen ejemplo: a 25% ( p/v ) la suspensión produce una cuenta de ocho millones de células por mm<sup>3</sup> En una manera similar una concentración mucho más baja puede ser preparada para standarización de la cuenta de glóbulos blancos.

Para el standard de hemoglobina una solución de hemoglobina purificada y standarizada es adquirible la cual puede ser corrida a través de la misma dilución y la secuencia de reacción como las muestras de sangre problema.

**Conclusión.** - Este trabajo ha descrito un sistema de instrumentación completamente automático y reproducible para la determinación de glóbulos rojos, glóbulos blancos y hemoglobina.

### HEMATOCRITO

El Hematocrito es el volumen ocupado por los elementos figurados de 100 ml. de sangre. El dato indica el porciento del volumen, que se refiere especialmente a eritrocitos, aunque en algunos transtornos las variaciones se deben a leucocitos.

Los métodos empleados para su determinación son los siguientes:

a). Técnica de Sanford-Magath

Empieza un tubo especial graduado de 6 ml. de capacidad en el que se mezcla 1 ml. de oxalato de sodio al 1.1% con 5 ml. de sangre, se invierte suavemente y se centrifuga por 30 minutos, se lee el nivel al que llegan los eritrocitos, se vuelven a centrifugar cuantas veces sea necesario hasta igualar dos lecturas.

b). Método de Wintrobe

Se hace en el tubo de ese nombre utilizado para sedimentación, se centrifuga a altas velocidades hasta lograr la sedimentación completa, que se comprueba por la igualdad de dos lecturas.

c). Método del Tubo Capilar

Se hace con sangre tratada con cinco gotas de EDTA al 10% para cada 3 ml. de sangre, se llena un tubo capilar, se cierra a la flama y se centrifuga a 3,500 RPM durante tres minutos. Se lee el paquete celular y se relaciona al total del tubo.

El valor del hematocrito depende de dos factores, el número de eritrocitos por milímetro cúbico y de su tamaño. Todas las causas fisiológicas que modifican el número de eritrocitos, tienen su reflejo en cambios discretos del hematocrito ejemplo: edad, sexo, altura sobre el nivel del mar. Patológicamente hay aumento en las poliglobulias, ya sean las reales o las hemoconcentraciones, en donde el hematocrito aumenta en forma brusca, esta constituye una forma rápida de descubrirlas. Hay disminución de hematocrito en anemias y más aún cuando el trastorno va acompañado de microcitos.

Los hematocritos considerados normales son:

|                |         |
|----------------|---------|
| Recién Nacido  | 46 a 60 |
| De 1 a 15 Años | 35 a 39 |
| Adulto Hombre  | 38 a 48 |
| Adulto Mujer   | 35 a 45 |
| Ancianos       | 35 a 43 |

## VOLUMEN GLOBULAR MEDIO

Es el volumen promedio de los eritrocitos. Para su determinación se multiplica el hematocrito por diez y se divide entre los millones de eritrocitos por milímetro cúbico. Sus valores normales son entre ochenta y noventa y tres micras cúbicas, el considerado como normal es de ochenta y ocho micras cúbicas. La fórmula a seguir es la siguiente:

$$\frac{\text{Hematocrito}}{\text{Número de Hematíes en Millones p/mm}^3} \times 10 = \text{Volumen Eritocitario en Micras Cúbicas.}$$

En anemias perniciosas, el volumen medio llega a ser de ciento cuarenta micras cúbicas. Es interesante conocer la superficie de cada hematíe — en micras cuadradas, que por término medio es de ciento veinte a ciento cuarenta micras cuadradas.

En la anemia perniciosa es de ciento sesenta y cinco micras cuadradas y en las anemias microcíticas de sesenta a noventa micras cuadradas.

**CAPITULO III**

GENERALIDADES

El contador electrónico Coulter Counter Modelo F que fué el empleado en este estudio, realiza cuentas de 50,000 partículas en una muestra normal en quince segundos o menos, con un margen de error del 2%, en cuentas de eritrocitos y de 1% en cuentas de leucocitos, esto representa cien veces más partículas contadas que en el método común de dilución y en la cuenta directa.

Hasta el presente, todos los esfuerzos para automatizar las cuentas globulares habían sido basadas en métodos ópticos, las células individuales en varios sistemas de detección, causan cambios en la cantidad de luz que cae sobre una celda fotoeléctrica, produciendo pulsos eléctricos para contar.

En este método la partícula pasa a través de un orificio, suspendida en un electrolito, junto con una corriente, y la detección está basada en la diferencia de conductividad entre la célula y el electrolito, tomando en consideración que todas las partículas sanguíneas son pobres conductoras de la electricidad, al pasar la partícula a través del orificio, ésta desplaza electrolito, esto hace cambiar la resistencia entre los dos electrodos produciendo una caída de voltaje, cuya magnitud es proporcional al volumen de la partícula. Con este sistema la selección de tamaño de partícula es independiente de la forma de ésta.

Los glóbulos sanguíneos pueden ser suspendidos en los líquidos diluyentes usados comúnmente.

DESCRIPCION GENERAL

El contador electrónico Coulter Counter Modelo F, consiste en dos unidades separadas, el porta muestras y el contador electrónico, montados en un solo gabinete. (Figura 1).

Las partes visibles del frente del Modelo F son las siguientes:

1. - Contadores Digitales

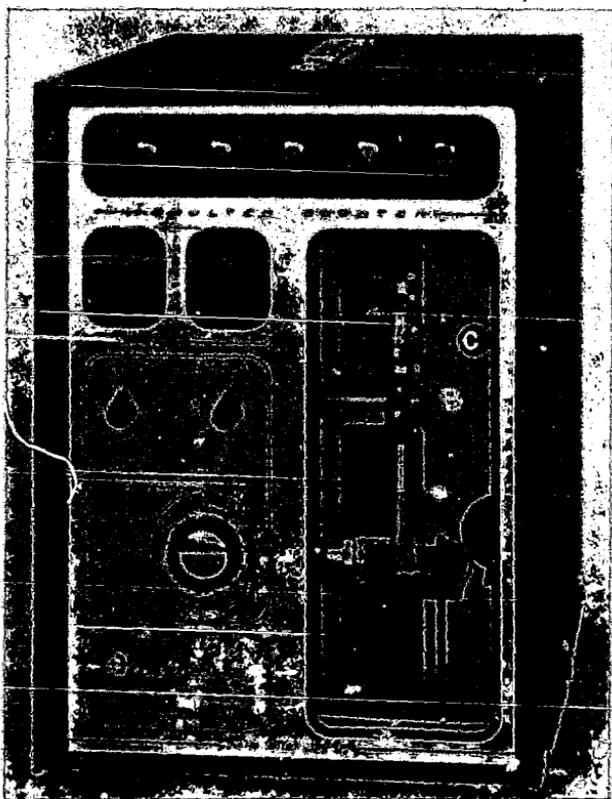


FIGURA No. 1    CONTADOR COULTER  
MODELO "F"

2. - Monitor Doble que consta de:

- a). Osciloscopio Electrónico
- b). Sistema de Microproyección

3. - Controles de Sensibilidad que comprenden:

- a). Controles de Atenuación
- b). Control de Abertura de Corriente
- c). Control de Umbral

4. - Palanca de Encendido y Apagado

5. - Porta Muestras que consta de:

- a). Porta Vasos
- b). Tubo del Orificio
- c). Llaves de Control

A la derecha del gabinete hay una puerta que dá acceso al compartimento del manómetro y la bomba. También hay dos ventanas donde se encuentran los siguientes controles: ( Figura 2 )

- 1. - Control Regulador de Vacío
- 2. - Control de Intensidad de Luz
- 3. - Posicionador del Orificio

A la izquierda del gabinete, hay otra ventana donde se encuentran los controles del osciloscopio electrónico:

- 1. - Control de Brillantez
- 2. - Control de Enfoque
- 3. - Control de Retención Horizontal
- 4. - Control de Retención Vertical

#### Descripción Detallada

1. - Contador Digital. - El Contador Digital consiste en cinco tubos contadores de decenas controlados por el Manómetro, la cuenta indicada es proporcional al volumen de la muestra. ( Figura 3 ).

2. - Monitor Gemelo. - Consiste en un osciloscopio elec-

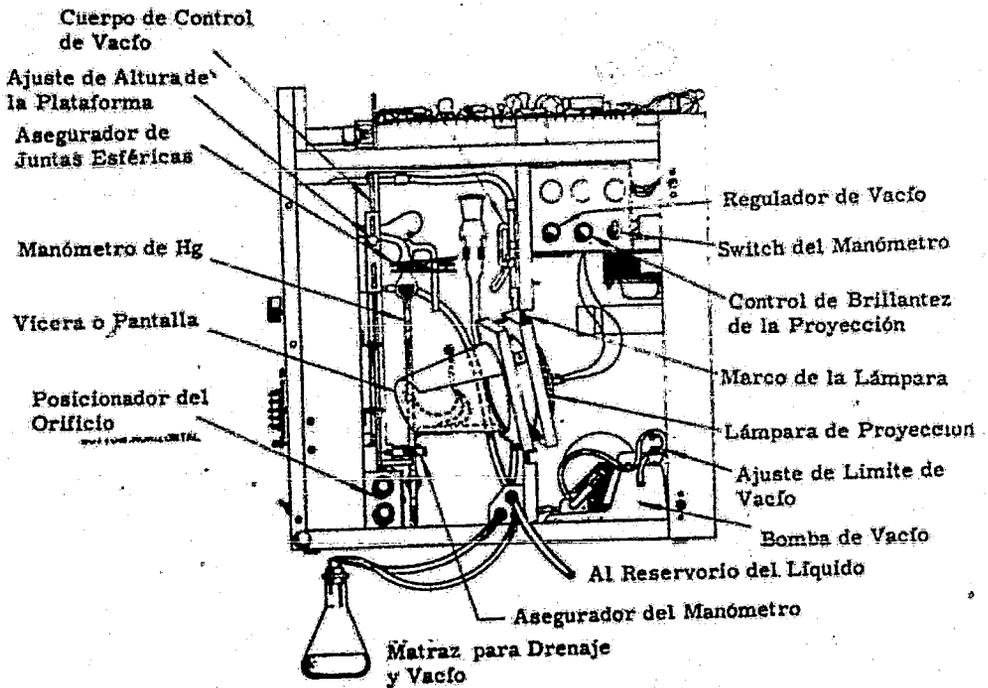


FIGURA No. 2 VISTA LATERAL DEL CONTADOR

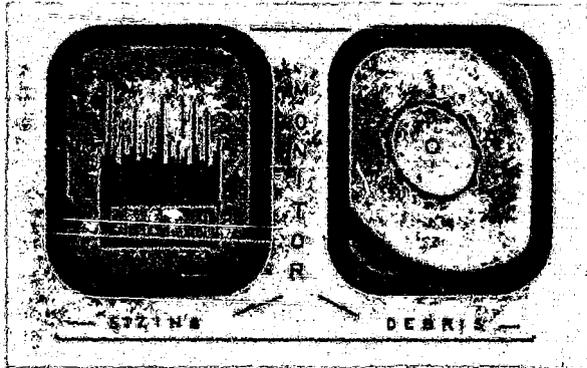


FIGURA NO. 3  
TABLERO DE CONTADORES DIGITALES



FIGURA NO. 4  
MONITOR GEMELO

trónico y una pantalla de proyección física del orificio, la presencia de basura es indicada por irregularidades en el patrón de pulsos en la pantalla osciloscópica, al mismo tiempo en la pantalla de proyección física se observará el objeto que obstruye el orificio. ( Figura 4 ) ( Figura 4A).

3. - Controles de Sensibilidad. - La magnitud de los pulsos eléctricos es directamente proporcional a la abertura de corriente y al sistema de amplificación.

La sensibilidad de la unidad puede ser controlada ajustando los siguientes controles:

a). Control de Atenuación. - Ajusta la sensibilidad de todo el sistema con respecto a la amplificación electrónica.

b). Control de Abertura de Corriente. - Cambia el paso de corriente entre los dos electrodos, incrementando la abertura de corriente, una partícula producirá un pulso grande y alto para un volumen dado.

c). Control de " Umbral ". - El umbral discriminador controla el nivel sobre el cual los impulsos producidos por las partículas serán contados.

El conjunto porta muestras consiste del manómetro de mercurio, el tubo del orificio, los electrodos de platino y la plataforma porta vasos, en los que se colocan las muestras para ser valuadas. ( Figura 5 ).

#### 4. - Porta Muestras. -

a). La plataforma sobre la cual se coloca el vaso está atornillada a un brazo de metal y el límite de su recorrido puede ser ajustado aflojando el tornillo que fija el tope de la plataforma. La altura correcta se fija de tal manera que el fondo del vaso no golpee el tubo del orificio.

b). El Tubo del Orificio. - Se considera este como el corazón del contador ~~Coulter~~, tiene en el extremo soldado a una de sus paredes una lentejuela en cuyo centro hay un orificio sumamente pequeño a través del cual las partículas en suspensión pasan, los hay de va-

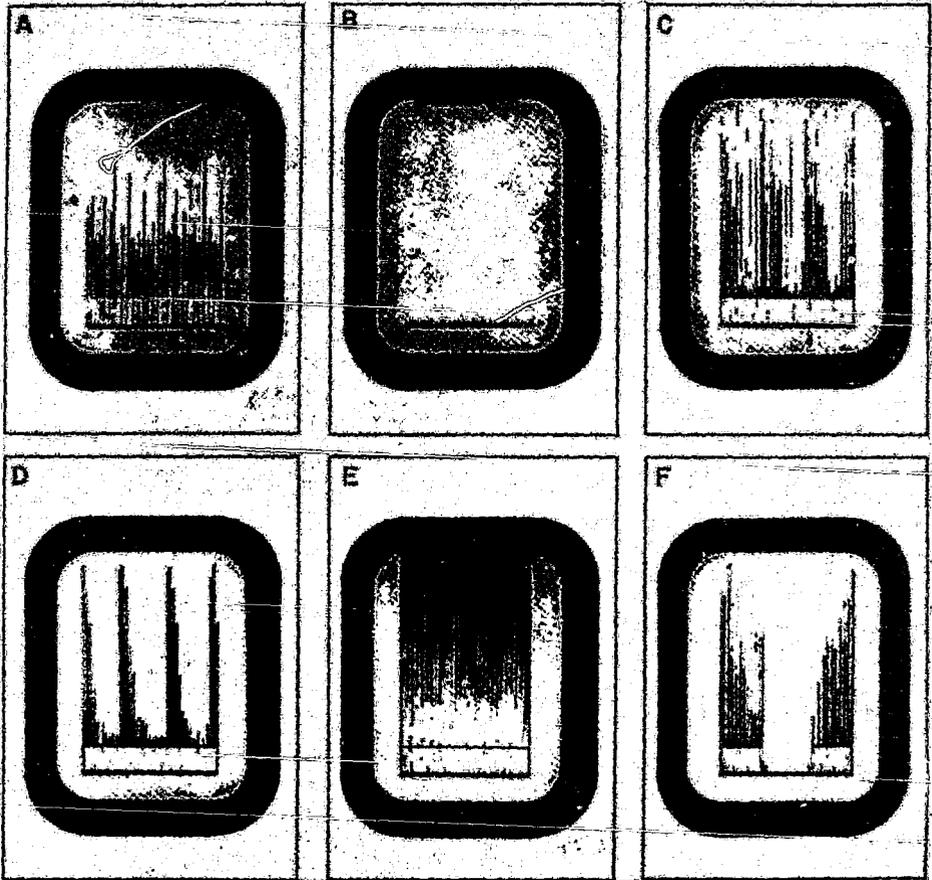


FIGURA NO, 4 - a.

INTERPRETACION DE LOS PATRONES  
DEL OSCILOSCOPIO.

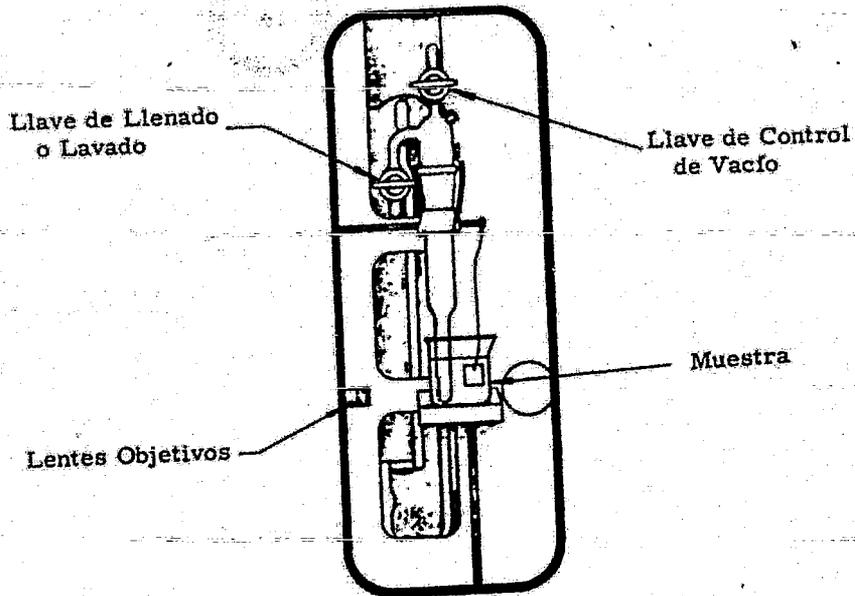


FIGURA NO. 5  
ASPIRADOR DE MUESTRAS.

rios diámetros dependiendo del uso a que se destinen. Estos deben manejarse con mucho cuidado, porque dicha lentejuela tiene sólo unas cuantas centésimas de pulgada de grueso, cuando se ensamble el tubo se debe asegurar de que esté bien limpio y la junta esmerilada debidamente lubricada. También se debe mantener libre de basura y otras partículas adherentes. Es recomendable una inspección frecuente usando el monitor gemelo. Los bloqueos del orificio pueden fácilmente removerse bajando la plataforma y cepillando el orificio con un pincel de pelo de camello. Se mencionan en el manual que se proporciona para su uso, recomendaciones detalladas para la limpieza de rutina.

c). Pieza de Control. - Esta pieza es la base para montar el tubo del orificio, consiste en dos válvulas (llaves de vidrio) las cuales controlan la acción sifoneante del manómetro.

1. - Llave de Control de Vacío. - Abriendo esta llave se introduce una presión negativa al sistema desbalanceando el mercurio en el manómetro, cuando esta llave se cierra el mercurio dentro de la columna tiende a rebalancearse a sí mismo, forzando a la muestra a pasar a través del orificio.

2. - Llaves para Llenado o Lavado. - Controla el lavado y llenado del tubo del orificio con electrolito fresco por medio de un vaso auxiliar fuera de la unidad. (Figura 6).

El manómetro es usado para controlar el volumen exacto de la muestra que pasa a través del orificio, mientras que la cuenta se efectúa. Tres electrodos están sellados dentro de la pared del manómetro, el volumen de mercurio dentro de los electrodos de arranque y parada, varía de acuerdo con el tamaño del manómetro. Ejemplo: 50λ100λ etc. (Pueden adquirirse manómetros con dobles o triples volúmenes.)

El manómetro comunmente usado para las cuentas globulares tiene una capacidad de medio centímetro cúbico. Este fué el empleado para el presente trabajo.

El vacío se aplica abriendo la llave de control. El mercurio es forzado hasta debajo de el electrodo de arranque. La llave se cierra y el mercurio

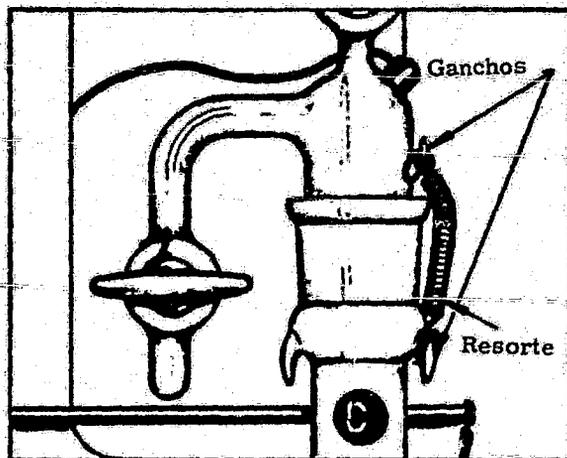


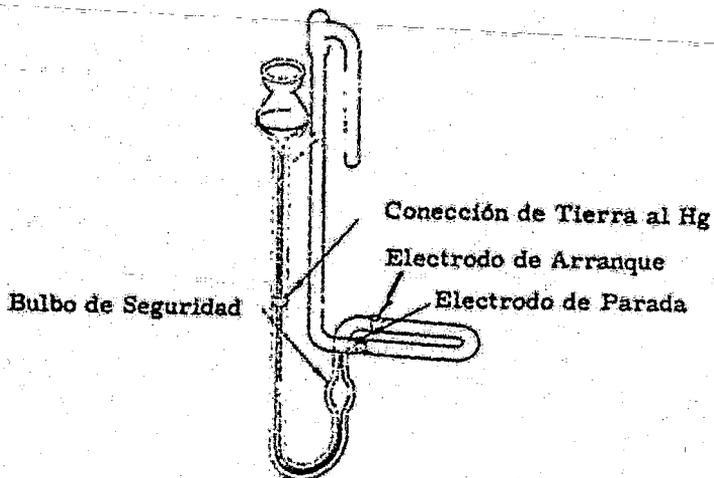
FIGURA NO. 6

INSTALACION DEL TUBO DEL ORIFICIO  
AL CONTROL DEL VACIO

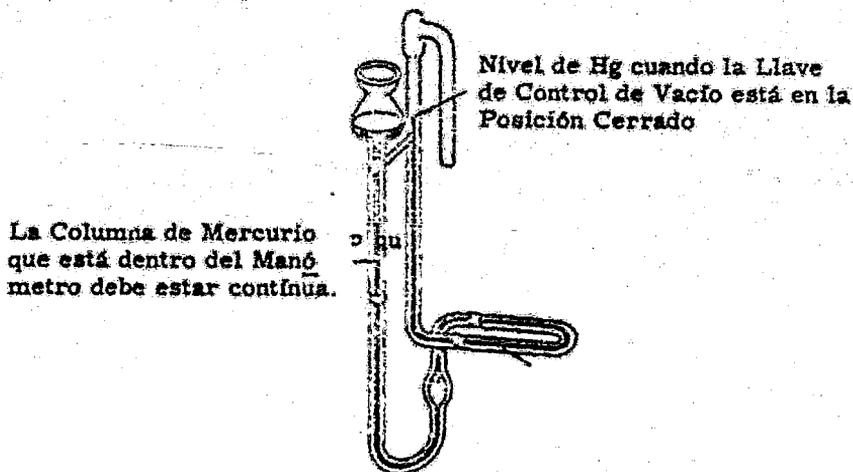
empieza a hacer fluir la muestra del vaso a través del orificio. Cuando el mercurio hace contacto con el electrodo de arranque el mecanismo contador se enciende y es contado el número de partículas que pasan a través del orificio. El mercurio sigue fluyendo a través de la sección medidora hasta que el electrodo de parada sea tocado, deteniendo el mecanismo contador, por tanto el número de partículas por 0.5 ml. de muestra sobre un nivel de umbral prefijado es registrado en los contadores digitales. (Figura 7).

Normalmente el manómetro funciona por largos periodos de tiempo sin necesidad de cuidado, proporcionando una reproductibilidad precisa. Cuando sea necesario limpiar el manómetro se debe tener cuidado en su manejo para evitar dañarlo. Pueden aparecer burbujas de aire interrumpiendo la columna, pero la aplicación de suficiente vacío para bajar el mercurio hasta el bulbo que se encuentra debajo del electrodo de arranque, unificará la columna.

d). Fuente de Vacío. - El modelo F tiene una bomba de vacío integral para mover el mercurio dentro del manómetro al nivel de operación que se requiera. La cantidad de vacío es controlada por el control regulador de vacío, localizado a un lado de la unidad. - La conexión del regulador, está hecha de tal manera que este esté protegido de líquido. Para evitar vómitos accidentales de mercurio (causados en un error en el ajuste del control regulador de vacío), la unidad está equipada con un ajuste límite de vacío; el tubo es estrangulado en un lugar pre-determinado, para controlar la máxima cantidad de vacío; se sugiere que no cambie este ajuste a menos que sea estrictamente necesario.



POSICION DEL MERCURIO CON LA LLAVE  
DE CONTROL DE VACIO ABIERTA.



POSICION DEL MERCURIO CON LA LLAVE  
DE CONTROL DE VACIO CERRADA.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

SECRETARIA GENERAL  
DIRECCION GENERAL DE  
SERVICIOS ESCOLARES  
DEPTO. DE EXMS. PROFS. Y  
GRADOS NUM. 11

C I R C U L A R

Nombre de la Tesis:

Por la presente comunico a ustedes que el día  
de \_\_\_\_\_, tendrá lugar en \_\_\_\_\_  
el examen profesional de \_\_\_\_\_  
de \_\_\_\_\_ con el siguiente jurado:

PRESIDENTE

VOCAL:

SECRETARIO:

SUPLENTE:

SUPLENTE:

RECIBI COPIA DEL CITATORIO

Firma del Encargado de la Escuela

día mes año

JEFE DE OFICINA

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, a \_\_\_\_\_  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE  
EXMS. PROFS. Y GRADOS

c.c.p. al C. Director  
c.c.p. a \_\_\_\_\_  
c.c.p. \_\_\_\_\_

## COMPUTADOR DE VOLUMEN CORPUSCULAR

### MEDIO Y HEMATOCRITO

Estas determinaciones son opcionales al Contador y se realizan por medio de dos computadores independientes adquiribles como accesorios conectables al Contador Coulter.

Estas determinaciones se pueden realizar simultáneamente con las -- cuentas de glóbulos rojos, sin alterar el manejo del aparato.

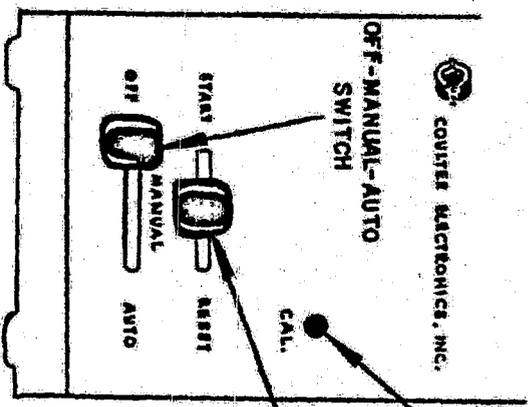
Aunque los computadores sean una unidad separada no trabajan independientemente, puesto que el Computador de Volumen Corpuscular Medio (VCM), depende de la información enviada por el Contador, el Computador de hematocrito depende a su vez de la información enviada por el Computador de VCM y por el Contador de donde se deduce que se puede determinar VCM sin hematocrito pero no hematocrito sin VCM.

El Computador del VCM ( Figura 8 ), opera dependiendo del total de impulsos que recibe del Contador producidos por el total de partículas que han pasado en ocho segundos a través del orificio. Esto en combinación con el promedio de la altura de los impulsos, ya que la altura del impulso es proporcional al tamaño de la partícula.

Los computadores deben colocarse al lado izquierdo del Contador. El -- procedimiento para su ajuste es el siguiente: Se pone una muestra con VCM conocido en una dilución aproximadamente a cincuenta mil partículas por -- medio mililitro, los controles de corriente y atenuación serán ajustados de modo que la cuenta media de partículas esté entre diez y treinta y cinco divisiones de la escala del umbral.

Para hacer esto se coloca el nivel del umbral ligeramente sobre la base y el nivel del ruido y se hace una cuenta total, se sube el nivel del -- -- umbral hacia arriba hasta que la cuenta total sea la mitad. El número del umbral deberá quedar entre diez y treinta y cinco. Abrir la llave de control de vacío y borrar el Contador, poner el swicht off-manual-auto a la posición manual y el switch start-reset a la posición reset, soltándolo y dejando que la palanca del switch regrese a su posición central. Momentáneamente poner el swicht start-reset a la posición start. La escala de lectura deberá incre

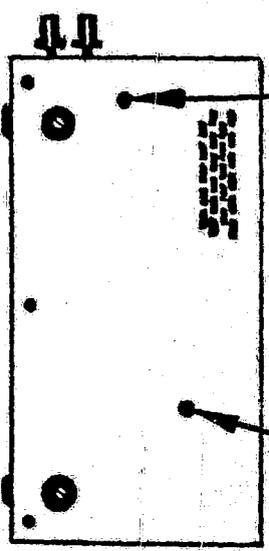
FIGURA NO. 8



Frente del Computador de VCM

Control de Calibración

Switch



Vista Lateral del Computador de VCM

Control de Cero

Integrador de Cero



50



50



50

Interpretación de la Escala

mentarse numéricamente. Después de aproximadamente ocho segundos el computador debe parar, la lectura se anota y el procedimiento se repite para asegurarse que la unidad reproduce. Para finalizar la calibración obtener una lectura de VCM sosteniendo el swicht start-recet en la posición start y entonces ajustar el control de calibración que está en el frente de la unidad hasta que el número que muestra el indicador corresponda al VCM conocido de la muestra que se está usando. Una vez que la calibración esté efectuada, una muestra con VCM desconocido debe ser analizada. El computador proporciona el VCM de la información recibida del Contador Coulter.

El computador del hematocrito ( Figura 9 ) es completamente automático pero depende de la información y control que le envía el computador VCM. Por tanto es muy importante que el computador VCM haya sido calibrado de acuerdo con los procedimientos indicados anteriormente.

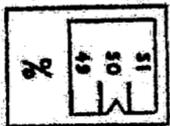
Para calibrar el computador para hematocrito se colocan muestras de hematocrito conocido en un dilución de 50,000 a 1 en el porta muestras. Los controles de apertura de corriente y atenuación del modelo F, van a ser ajustados de acuerdo con las instrucciones para el computador VCM. El umbral es ajustado tal como se hace para cuentas normales de glóbulos.

Poner el swicht "off-manual-auto" en la posición "auto," abrir la llave de control de vacío para borrar el Coulter. La flecha indicadora de valor de hematocrito del computador deberá indicar cero, si no lo hace, el control de escala de cero en el lado derecho de la unidad es ajustado con un desarmador delgado hasta que la flecha indique cero. Cerrar la llave de control de vacío para obtener una lectura de hematocrito, si la lectura no corresponde al porcentaje de hematocrito conocido, el control de calibración al frente de la unidad es ajustado, hasta que la flecha de lectura corresponda al porcentaje conocido. Obtener algunas lecturas de hematocrito hasta asegurarse de que el computador esté ajustado correctamente. Una vez que la calibración se ha terminado, una muestra de hematocrito desconocido puede ser colocada en el vaso de muestras y probarla.

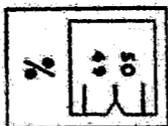
# COMPUTADOR DE HEMATOCRITO

## II LECTURAS DE ESCALA TÍPICAS Y CONTROLES

Lecturas típicas de la Escala

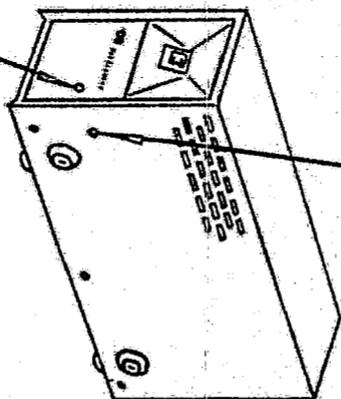


50%



49 1/2%

Control de Cero  
de la Escala



Control de  
Calibración

## TECNICA

La Técnica seguida en este trabajo fué la siguiente: El primer paso fué la calibración del aparato que se hizo con un control elaborado por Dade, - llamado Eriño-trol, que consiste en una suspensión de eritrocitos normales en formalina, en una concentración conocida, así como también con un valor conocido de VCM ( Volumen Corpuscular Medio ). Este control es es table a una temperatura de  $-2$  a  $10^{\circ}$  Centígrados y la única precaución que se debe tomar consiste en homogenizar la muestra contenida en el tubo antes de hacer la dilución, para obtener un dato exacto coincidente con el valor de referencia del fabricante.

La dilución se hizo siguiendo los mismos pasos, como si se tratara de una muestra de sangre fresca.

Para contar glóbulos rojos se requiere una dilución de 1 a 50,000, la - cual se obtuvo usando una pipeta de cuarenta lambdas. Se toma la muestra y se descargan en 20 ml. de solución salina, se homogeniza, se toma otra pipeta de 200 lambdas, se llena y se descarga en otros 20 ml. de solución - salina. La primera dilución 1 : 500 se usó para cuenta de leucocitos, median - te la adición de cuatro gotas de saponina al 1% como hemolizante. En la se - gunda dilución 1 : 500,000 se efectuó la cuenta de eritrocitos.

Para este trabajo las diluciones de glóbulos se hicieron en el Coulter - Diluter ( Figura 10 ), que es una máquina con un sistema de presión, me - diante una bomba eléctrica que desplaza un pistón hacia ambos lados y que - está calibrado para dar exactamente el volumen de solución salina indicado las muestras son succionadas por medio de una jeringa calibrada en - - - lambdas. ( Figura 11 ).

El procedimiento seguido para obtener diluciones en esta máquina es el siguiente:

1. - Se sumerge la punta de la pipeta en una muestra de sangre bien homogeneizada.
2. - Con la perilla colocada a la derecha girar hacia el frente, - tomar cuarenta lambdas de muestra ( se calibra con anterioridad ), jalando hacia afuera la jeringa, limpiar el exterior de la pipeta.

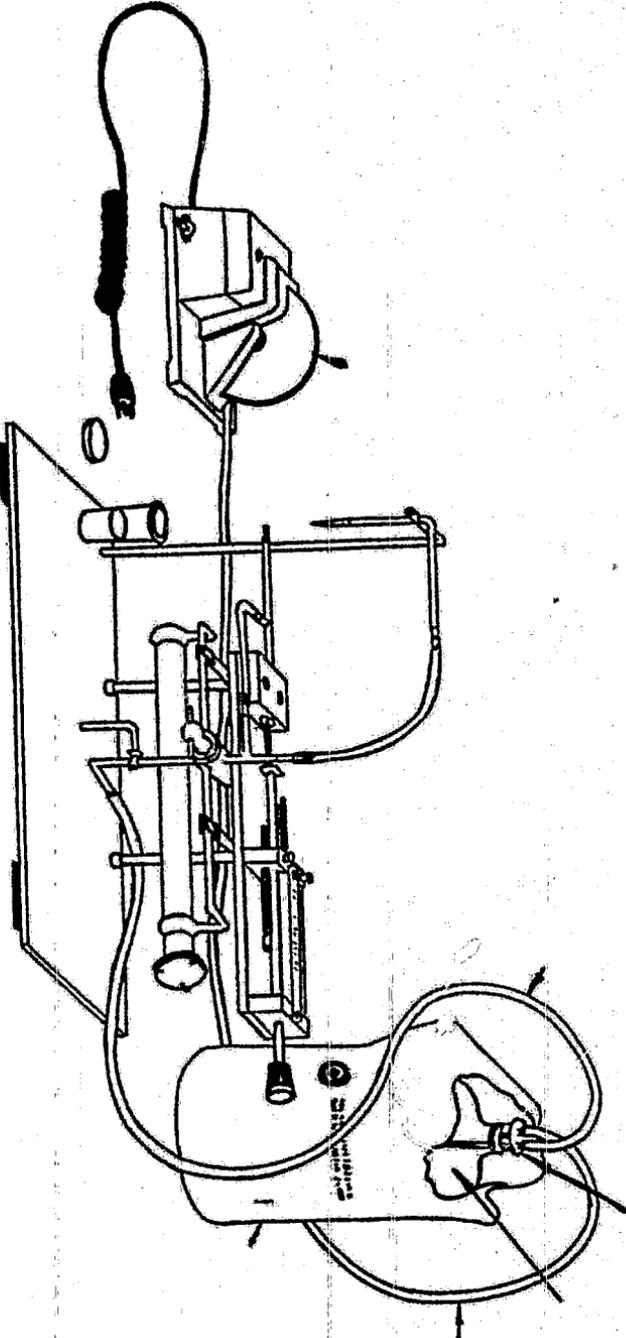


FIGURA NO. 10  
DILUIDOR COULTER

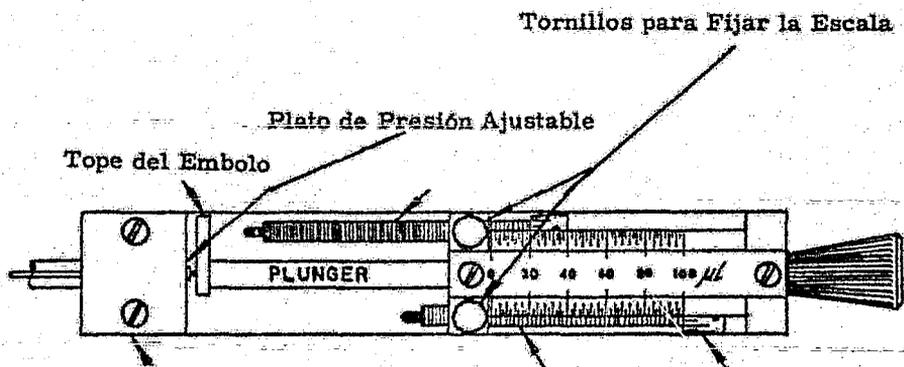


FIGURA NO. 11

JERINGA CALBRADA EN LAMBDA.

3. - Girar media vuelta la llave de control, para que el líquido diluyente empiece a ser descargado junto con la muestra de sangre, regresando la perilla a su posición original, mientras se efectúa esta operación.

En esta dilución se efectúan las cuentas de leucocitos.

Para obtener la dilución en que se realizan las cuentas de eritrocitos se prosigue de la forma siguiente:

1. - Sumergir la punta de la pipeta en la dilución anterior.
2. - Girar la perilla hacia atrás y jalar hacia la derecha hasta el tope, para tomar 200 lambdas de dilución.
3. - Dar vuelta a la llave de control para que sean descargados 200 lambdas de la dilución tomada y 20 ml. de solución salina.
4. - Regresar la perilla a su posición original, mientras se efectúa la descarga.

Con esta dilución bien homogeneizada se realizan las cuentas de eritrocitos en el Contador Coulter.

Una vez bien agitada la muestra se coloca en la plataforma porta vasos, de tal manera que el orificio y el electrodo externo quedan sumergidos en la muestra.

La llave de vidrio se abre para iniciar el flujo a través del orificio y operar el sifón de mercurio el botón borrador para que los contadores digitales indiquen cero. El control del umbral se ajusta a 10 en las cuentas de eritrocitos y a 20 en las de leucocitos. La llave se cierra para que empiece a funcionar el sifón de mercurio. Después de un lapso de dos segundos, la columna de mercurio del sifón hace contacto con el electrodo de arranque y los circuitos contadores empiezan a registrar. Después de diez a quince segundos, la cuenta se termina y anota.

La fracción de muestra que quedó en el orificio y en el electrodo es tan pequeña que no altera la cuenta posterior.

La interpretación de resultados es la siguiente: Se consideran sólo las tres primeras cifras del contador digital, se hace la corrección en la tabla co

respondiente y se multiplica por 100; ya que la dilución empleada fué de - 1:50, 000 por 0.5 ml. de muestra.

Para las cuentas de leucocitos, a la dilución correspondiente se le adicionan cuatro gotas de saponina al 1% como hemolizante, se agita perfectamente y se coloca en la plataforma porta-vasos, siguiéndose el mismo procedimiento usado en la cuenta de eritrocitos.

Los resultados se obtienen directamente y no hay necesidad de multiplicar por ningún factor.

Para el manejo del contador Coulter son necesarias las siguientes precauciones: Mientras la cuenta se está realizando, no se debe de tocar el vaso, porque durante la operación éste está eléctricamente aislado a tierra. El recipiente de las muestras y el electrodo externo están aislados lo más posible de interferencias estáticas externas; no debe haber otro conductor que el electrodo externo en contacto con la muestra, porque puede ser introducido "ruido eléctrico," causando fallas y cuentas falsas. Se debe tener cuidado de que no haya líquido continuo de las paredes del vaso al soporte metálico, el cual está unido eléctricamente a tierra.

Otro de los requisitos de este método es que el líquido diluyente esté cuidadosamente filtrado, para eliminar los problemas ocasionados por pequeñas basuras, éstas pueden quedar en el orificio, obstaculizando el flujo de la muestra.

El método comparativo utilizado fué el de dilución y cuenta directa cuyo fundamento ya se explicó con anterioridad. Para las cuentas de eritrocitos, la dilución más adecuada es 1 : 200, ésta se hace en pipetas especiales llamadas de Thoma, que tienen un vástago cuya graduación vá de cero en la punta hasta 1 en la base, dividido en décimas. La parte posterior del tubo lleva otra marca que es la de 101. Estas marcas son arbitrarias, no indican volumen específico, sino sólo la relación de capacidad entre el vástago y el bulbo. En el interior del bulbo lleva una pequeña cuenta de vidrio que sirve para la agitación adecuada de la muestra.

El líquido empleado para hacer la dilución de glóbulos rojos en la solución salina al 0.85%, que llena los requisitos necesarios.

La Técnica seguida es la siguiente:

1. - De la sangre bien homogeneizada se toma hasta la marca 0.5.
2. - Limpiar el exterior de la pipeta.
3. - Succionar diluyente hasta la marca 101.
4. - Agitar para homogeneizar bien.
5. - Vaciar cinco gotas del contenido y entonces llenar la cámara.
6. - Esperar a que se sedimenten los eritrocitos y contar.

Se cuentan los hematíes observados en los ochenta cuadros ( E ) contenidos en cinco cuadros ( D ) numerados en el esquema de la cuadrícula.

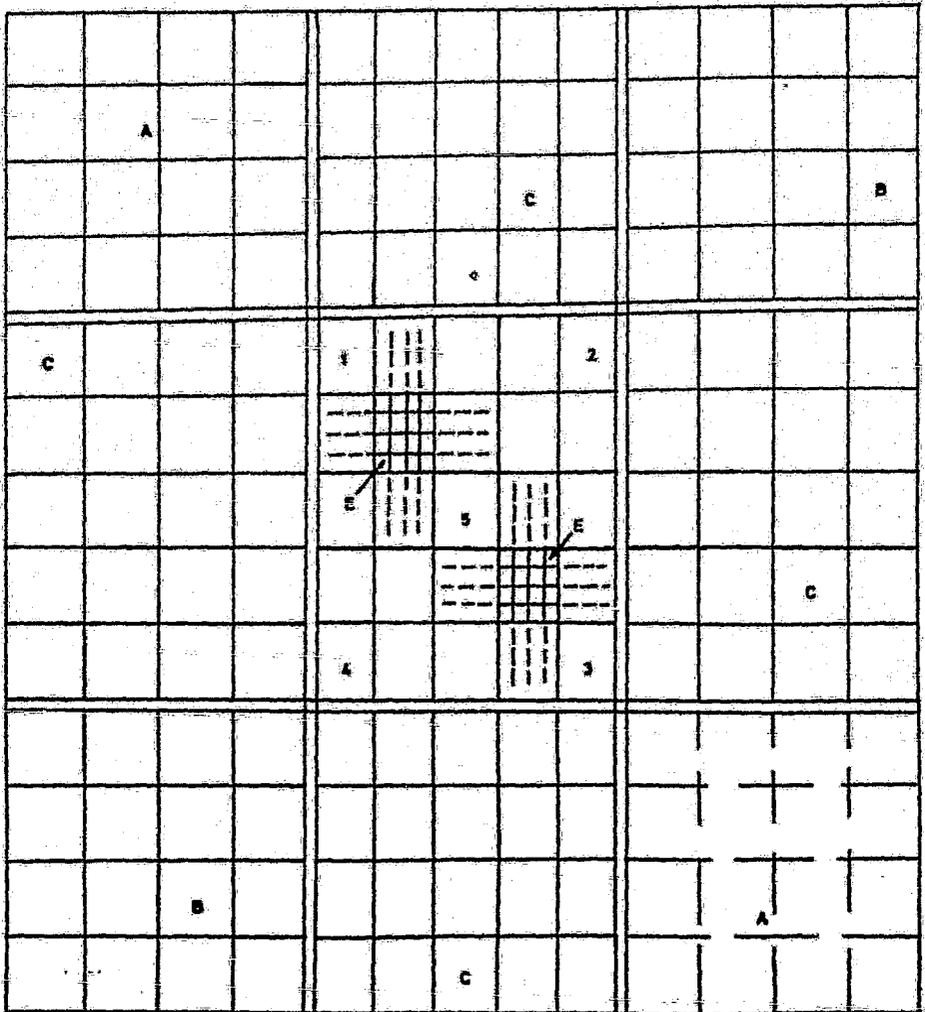
Las cuentas se hicieron en la cámara de Neubauer, que consta de dos mesetas colocadas en la parte central de una placa gruesa de vidrio y en el centro de cada una de las cuales vá una cuadrícula de  $9 \text{ mm}^2$ , lateralmente a éstas, existen otras dos porciones que están exactamente un décimo de milímetro más altas que las centrales y sirven para apoyar el cubreobjetos. Las mesetas están separadas entre sí, por medio de surcos para evitar la mezcla de diluciones puestas en la cámara.

La cuadrícula está constituida por nueve cuadros de  $1 \text{ mm}^2$ , cada uno ( A ), los cuadros de los extremos son los que se emplean comunmente para el recuento de leucocitos. Cada uno de éstos están divididos longitudinal y transversalmente en cuatro porciones, dando así origen a los cuadros ( B ), con una superficie de  $1/16$  de  $\text{mm}^2$  en los de las esquinas, en cambio en los intermedios encontramos que están divididos en cuatro porciones en un sentido y en cinco en el perpendicular dando entonces rectángulos ( C ) de una superficie de  $1/20$  de  $\text{mm}^2$ , y cada uno de éstos se divide en dieciséis cuadros ( E ) con una superficie de  $1/400$  de  $\text{mm}^2$ . ( Figura 12 ).

Como ya se explicó anteriormente se cuentan los eritrocitos hallados en ochenta cuadros ( E ). Si se llama "N" al número de eritrocitos encontrados en total en los ochenta cuadros E, el promedio será:

$$\frac{N}{80}$$

Para conocer el número de eritrocitos en la superficie de  $1 \text{ mm}^2$ , se multiplica el resultado por 400, ya que cada cuadro ( E ) mide  $1/400$  de  $\text{mm}^2$ .



CUARRICULA DE NEUBAUER

$$\frac{N \times 400 \times 10}{80}$$

Finalmente teniendo en cuenta que diluimos el volumen a 0.5 hasta 100 para saber la cantidad de eritrocitos por  $\text{mm}^3$  de muestra, habrá que multiplicar por la dilución:

$$X = \frac{N \times 400 \times 10 \times 200}{80} = \frac{N \times 800,000}{80} = N \times 10,000$$

Considerando que:

- X = Número de elementos por milímetro cúbico.
- N = Número total de elementos contados en la superficie.
- C = Número de cuadros por  $\text{mm}^2$ .
- A = Relación de entre 1 mm, y la profundidad de la cámara.
- D = Dilución.
- S = Superficie en cuadros contados.

Las precauciones que se deben tomar para obtener buenos resultados — son las siguientes: Durante la manipulación no deberá tocarse el bulbo con los dedos, ya que el calor de la mano producirá dilatación del mismo, perdiéndose entonces la relación de volúmenes.

Al hacerse el aforo con la muestra, la pipeta debe tenerse horizontal — para que la sangre penetre por capilaridad, y se tendrá perpendicular a — los ojos para evitar el error por paralaje. Debe limpiarse el exterior de — la punta de la pipeta con algodón absorbente y hasta entonces introducir la — punta de ella en el recipiente con el diluyente. La succión del diluyente de — be hacerse con la pipeta vertical y a la altura de los ojos, girando la pipeta suavemente y con succión suave hasta aforar, evitando la formación de — burbujas. Para llenar la cámara debe agitarse suavemente la pipeta, va — ciar parte del contenido, para que la porción depositada en la cuadrícula — corresponda a la parte central de la dilución. Al colocar la cámara en el — campo microscópico, se deberá observar primeramente con objetivo débil para abarcar un campo más amplio, después se pasa a seco fuerte y con — los hemafes asentados empezar a contar.

Para el recuento de leucocitos los principios en que se funda son simi-

lares al recuento directo de hemafes, cambiando solo en el diluyente empleado y en las áreas contadas.

El diluyente empleado fué ácido acético en solución acuosa al 2%. Las pipetas empleadas en este caso, tienen una relación de 1 al 10 entre los volúmenes del vástago y del bulbo, se toma muestra hasta la marca 0.5 y diluyente hasta el 11, o sea se hizo dilución 1:20.

Se cuentan en la misma cámara de Neubauer en las cuatro cuadrículas de las esquinas.

Se sigue el mismo procedimiento que en las cuentas de rojos y los cálculos son:

$$L = \frac{N \times 10 \times 20}{4} = N \times 50$$

Considerando que:

L = Número de leucocitos por milímetro

N = Número de leucocitos contados en las áreas de la cámara.

D = Dilución en este caso ( 20 ).

La Técnica de agitación, muestreo, etc., es similar a la de los eritrocitos, lo mismo que las precauciones que se tomarán.

**C A P I T U L O      I V**

# RESULTADOS

ROJOS

BLANCOS

| CASOS                       | APARATO     | MANUAL    | APARATO     | MANUAL    |
|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| 1                           | 3500        | 3460      | 3380        | 3240      |
| 2                           | 3890        | 3830      | 4400        | 4250      |
| 3                           | 4330        | 4030      | 4900        | 5500      |
| 4                           | 4350        | 4200      | 5300        | 5600      |
| 5                           | 4380        | 4220      | 5700        | 5850      |
| 6                           | 4520        | 4250      | 6000        | 6000      |
| 7                           | 4650        | 4250      | 6200        | 6000      |
| 8                           | 4740        | 4370      | 6200        | 6200      |
| 9                           | 4750        | 4480      | 6300        | 6250      |
| 10                          | 4750        | 4650      | 6900        | 6300      |
| 11                          | 4790        | 4750      | 7300        | 6850      |
| 12                          | 4890        | 4760      | 7400        | 7050      |
| 13                          | 4910        | 4780      | 7500        | 7200      |
| 14                          | 4930        | 4820      | 7800        | 7650      |
| 15                          | 4960        | 4980      | 7800        | 7850      |
| 16                          | 4980        | 5000      | 8600        | 8350      |
| 17                          | 5050        | 5020      | 8600        | 8750      |
| 18                          | 5060        | 5040      | 8600        | 8900      |
| 19                          | 5150        | 5040      | 8900        | 9000      |
| 20                          | 5160        | 5080      | 8900        | 9050      |
| 21                          | 5200        | 5090      | 9000        | 9500      |
| 22                          | 5350        | 5290      | 10300       | 10950     |
| 23                          | 5440        | 5340      | 11100       | 11100     |
| 24                          | 5710        | 5620      | 11800       | 12150     |
| 25                          | 5800        | 5840      | 13000       | 12250     |
| 26                          | 6750        | 6640      | 13400       | 13350     |
| 27                          |             |           | 19000       | 15550     |
| 28                          |             |           | 18200       | 17650     |
| 29                          |             |           | 20000       | 19400     |
| <b>Médo Aritmético</b>      | 4796        | 4922      | 8081        | 8938      |
| <b>Diferencia de Medias</b> | 126         |           | 87          |           |
| <b>Desviación Standar</b>   | 694,1       | 627,0     | 3659,2      | 3038,1    |
| <b>Error</b>                | 136         | 123       | 719         | 731       |
| <b>Prueba de F</b>          | Exp. = 1,22 | 5% = 1,59 | Exp. = 1,03 | 5% = 1,05 |
| <b>Conclusión</b>           | HOMOGÉNEO   |           | HOMOGÉNEO   |           |
| <b>Prueba de T</b>          | Exp. = 1,01 | 5% = 2,01 | Exp. = 0,83 | 5% = 2,0  |
| <b>Conclusión</b>           | HOMOGÉNEO   |           | HOMOGÉNEO   |           |

**C A P I T U L O V**

## INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En el cuadro número diez, se resumen las observaciones hechas en veintinueve sujetos viéndose comparativamente los datos obtenidos por la técnica normal y por el Contador Coulter. En ambos casos las determinaciones se hicieron por duplicado tomando un cuidado muy especial en evitar los errores de técnica, apeguándose estrictamente a los métodos que hemos descrito.

De la comparación de las columnas dos y tres se observa que en general siendo las cifras muy semejantes, las cifras dadas por el aparato son ligeramente superiores a las obtenidas con el procedimiento manual lo cual se traduce en la media aritmética por una diferencia de aproximadamente 200,000 ( 126,000 ) eritrocitos a favor del aparato en relación con el procedimiento manual. Esta diferencia que entra dentro del margen de error aceptable para el procedimiento manual, no tiene una significación clínica de importancia y creemos pueda ser atribuida al error natural de la lectura de los eritrocitos que quedan en la cámara de la zona límite, es decir sobre las líneas límite de los cuadros de la cuadrícula, podría también explicarse por el error visual, ya que se ha demostrado que especialmente entre laboratoristas de edad en una misma cámara, dos laboratoristas no cuentan exactamente el mismo número de elementos debido a pequeñas zonas de ceguera en puntos localizados de la retina.

Una cosa semejante podemos decir en lo que se refiere a los leucocitos, ya que también aquí el procedimiento manual da en la media aritmética una diferencia ligeramente menor de cien leucocitos ( 57 ), pero que es también a favor del aparato en comparación con el método manual.

El aparato en sí es bueno, la seguridad de los resultados es bastante confiable, lo que sucede en la práctica es lo mismo que pasa con otros aparatos precisos y exactos, pero que requieren para su manejo de personas bien entrenadas; en nuestra práctica diaria hemos podido constatar que hay una serie de pequeños "trucos", que permiten a la persona ya familiarizada con el aparato, saber en que paso del método pudo haber existido una falla. Esto se agrava en la práctica por la tendencia de muchos labora-

toristas de " hacer las cosas a su modo ", tratando de simplificar procedimientos o agregando modificaciones personales a los mismos.

Respecto a las otras determinaciones al error probable en ambos métodos vemos que entra dentro de lo aceptable para un procedimiento de laboratorio, según se comprueba mediante la prueba de F y la prueba de T.

Desde luego, tomando en cuenta como se hacen en la práctica las cuentas de elementos, con el método directo, creemos que hay una mayor precisión con el empleo del aparato, ya que suprime la posibilidad de ciertos errores como el de dilución, el manejo de pipetas no certificadas y especialmente el llenado de las cámaras que hace que la distribución de las células casi nunca resulte homogénea.

Aparte de esto, para servicios en los que el número de análisis de rutina que se practican justifiquen el gasto que representa el aparato, significa una indudable ventaja sobre la pura estimación de la hemoglobina, -- aparte del ahorro de tiempo y de personal que es proporcional al número de análisis que se practiquen.

**C A P I T U L O      V I**

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Después de tratar de generalidades sobre la sangre y los elementos que contiene, se estudian los métodos para la estimación cuantitativa de ellos, como el hematocrito, refiriéndose también al volumen globular medio determinado por el contador.

Se describen las partes de que consta el aparato y su manejo, mencionando la técnica manual que sirvió como base para comparar los resultados obtenidos con el contador electrónico.

Los resultados se anotan en un cuadro comparativo del que se hace el análisis matemático estadístico, permitiéndonos estos resultados llegar a las siguientes Conclusiones:

1a. - Las cifras obtenidas con el contador Coulter son ligeramente superiores a las obtenidas por nosotros con el método manual.

2a. - Estas diferencias se encuentran dentro del margen de error aceptable para el procedimiento manual y no tienen por tanto significación clínica.

3a. - El aparato da resultados confiables, siempre que se siga rigurosamente la técnica indicada y que sea manejado por un laboratorista muy familiarizado con el mismo aparato. En esta forma se evitan errores de dilución, de distribución, etc.

**C A P I T U L O     V I I**

- J. V. DACIE Y S. M. LEWIS. - Hematología Práctica. - Ediciones Toray, S. A. - Barcelona 1965. - Páginas 1 a la 84.
- WINTROBE M. MAXWELL. - Hematología Clínica. - Edit. Interamericana, S. A. - México 1948. - Páginas Capítulos II, III y IV.
- VELEZ OROZCO FERNANDO. - Apuntes de Análisis Químico Clínicos. - Tercera Edición. - México, 1965.
- CISCAR, R. F. Y FARRERAS N. - Diagnóstico Hematológico. - Edit. Jims. - Barcelona, 1964.
- COULTER ELECTRONICS. - The National Electronics Conference. - High Speed Automatic Blood Cell Counter and Cell Side Analyzer. - Chicago, 1956.
- COULTER ELECTRONICS INC. - Instruction Manual. - Hialeah, Florida, 1962.
- ANNALS OF NEW ACADEMY OF SCIENCES. - Size Distribution of Erythrocytes. - Volume 99, Article 2, Páginas 242 a 261.
- COULTER ELECTRONICS INC. MANUAL. - Hematocrit Computer. - Florida, 1963.
- ~~COULTER ELECTRONICS INC. MANUAL. -~~  
The Coulter Dual Diluter Model " R " Florida, 1963.

**COULTER ELECTRONICS INC. MANUAL. - Mean Cell Volume Computer.**  
Florida, 1963.

**BRADFORD HILL. - Principios de Estadística Médica. -**  
2a. Edición, Edit. El Ateneo. - México, 1958.

**BARNES Y NOBLE. - Tables for Statisticians. -**  
2a. Edición, Barnes Noble Inc. - New York, 1963.

**TECHNICON SYMPOSIA. - Automation in Analytical Chemistry. -**  
Medial Incorporated. - New York, 1966. - Página 528.