



Theses and Dissertations

2003

Red series reference values in healthy people from 15 to 60 years old who live between 1700 and 1850 meters above sea level (Coroico - Nor Yungas - La Paz, 2001)

Maria Eugenia Quispe Nina
Brigham Young University - Provo

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Life Sciences Commons](#), and the [Medicine and Health Commons](#)

BYU ScholarsArchive Citation

Quispe Nina, Maria Eugenia, "Red series reference values in healthy people from 15 to 60 years old who live between 1700 and 1850 meters above sea level (Coroico - Nor Yungas - La Paz, 2001)" (2003). *Theses and Dissertations*. 5423.

<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5423>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact ellen_amatangelo@byu.edu.

Red series reference values in healthy people from 15 to 60 years old who live between 1700 and 1850 meters above sea level (Coroico - Nor Yungas - La Paz, 2001)

María Eugenia Quispe Nina
Major of Nursing • Saint Paul Bolivian Catholic School
Licensed Nurse • 2003

This study occurred in the area of Coroico at 1700 meters above sea level and in the community of Carmen Pampa, situated at 1850 meters above sea level. Coroico is the capital of Nor Yungas province, department of La Paz.

This study hopes to contribute information on reference values for erythrocyte numbers, hemoglobin values, and hematocrits for people between 15 and 60 years old that live between 1700 and 1850 meters above sea level, with the goal of facilitating precise diagnosing of anemia.

The study used samples of healthy people, residents with more than two months in Coroico, of middle socioeconomic situation. They were selected by correlating the factors that could influence the values higher or lower, and finally results were obtained for a complete hemogram through an electronic instrument. Hematometric indexes were taken in order to exclude people with any type of anemia.

In order to interpret the results, a coefficient correlation was applied with measurements of the average, standard deviation (SD), and 2 SD to define the reference limits for both men and women. Finally, they were compared with the values established for La Paz (3600 meters above sea level) and Santa Cruz (420 meters above sea level). A statistical z-test was used to obtain the differences.

The results obtained reject the alternative hypothesis with relation to values in the Santa Cruz population because there is not a significant difference. The alternative hypothesis was accepted with relation to the values from La Paz's population because of a significant difference. Thus the values obtained are similar to the established values for Santa Cruz.

**UNIVERSIDAD CATOLICA BOLIVIANA SAN PABLO
UNIDAD ACADÉMICA CAMPESINA _ CARMEN PAMPA
CARRERA DE ENFERMERIA**



TESIS DE GRADO

*VALORES DE REFERENCIA DE SERIE ROJA EN PERSONAS
SANAS DE 15 A 60 AÑOS DE EDAD, QUE HABITAN ENTRE
1700 A 1850 METROS DE ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR.
(Coroico - Nor Yungas- La Paz. 2001)*

PRESENTADA POR:

Maria Eugenia Quispe Nina

**PARA OBTENER EL TITULO ACADÉMICO DE:
LICENCIADA EN ENFERMERIA**

La Paz - Bolivia

UNIVERSIDAD CATOLICA BOLIVIANA
UNIDAD ACADEMICA CAMPESINA DE CARMEN PAMPA
CARRERA DE ENFERMERIA

TESIS DE GRADO

**VALORES DE REFERENCIA DE SERIE ROJA EN PERSONAS
SANAS DE 15 A 60 AÑOS DE EDAD, QUE HABITAN ENTRE
1700 A 1850 METROS DE ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR
(Coroico - Nor Yungas- La Paz. 2001)**

PRESENTADO POR :

Maria Eugenia Quispe Nina

TUTOR:

Dr. Moisés Zavaleta Castro

RELATOR:

Dr. José Luis Oblitas Ortiz

DIRECTOR DE CARRERA:

Lic. José Luis Rea Campos

La Paz - Bolivia

2003

Capítulo I.....	1
1. JUSTIFICACIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3. OBJETIVOS.....	5
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
Capítulo II. MARCO TEÓRICO.....	6
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SERIE ROJA.....	6
1.1. ERITROCITO.....	6
1.2. HEMOGLOBINA.....	11
1.3. CICLO DE VIDA Y DESTRUCCIÓN DEL ERITROCITO.....	13
2. FISIOLÓGÍA DE LA HEMOGLOBINA.....	16
2.1. COMBINACIÓN DE OXI-HEMOGLOBINA Y LIBERACIÓN DE OXIGENO.....	16
2.2. IMPORTANCIA DE LOS VALORES DE REFERENCIA.....	22
2.3. FUNCIÓN PULMONAR.....	22
2.4. FUNCIÓN FACTORES HEMODINÁMICAS.....	22
2.5. FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DEL TRANSPORTE... ..	23
3. VALORES DE REFERENCIA DE LA SERIE ROJA	24
3.1. CONCEPTOS DE LOS VALORES DE REFERENCIA.....	24
3.2. ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS.....	26
3.3. MÉTODOS PARA MEDICIONES DE LOS VALORES DE SERIE ROJA	28
4. VARIACIONES DE LOS VALORES DE REFERENCIA.....	33
4.1. VARIACIONES PATOLÓGICAS.....	33
4.2. VARIACIONES FISIOLÓGICAS.....	35
5. EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA ALTURA SOBRE LA SERIE ROJA... ..	38
5.1. INTRODUCCIÓN.....	38
5.2. DESCENSO DE PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO AMBIENTAL	40
5.3. EFECTO DE PRESIONES AMBIENTALES AL ORGANISMO.....	42
5.4. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS.....	45
5.5. ACLIMATACIÓN DE GRANDES ALTURAS A BAJAS ALTURAS.....	47
6. VALORES DE REFERENCIA PARA POBLACIONES DE: SANTA CRUZ, LA PAZ Y COROICO.....	48
6.1. HALLAZGOS DE VALORES DE REFERENCIA.....	48
1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	51
8. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	52
8.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	52

8.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	52
8.3. VARIABLE INTERVINIENTE.....	52
9. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	54
DISEÑO METODOLÓGICO.....	58
1. TIPO DE ESTUDIO.....	58
1.1. SEGÚN EL TIEMPO DE OCURRENCIA DE HECHOS Y REGISTRO DE INFORMACIÓN.....	58
1.2. SEGÚN EL PERIODO Y SECUENCIA DEL ESTUDIO.....	58
1.3. SEGÚN CONTROL DE LAS VARIABLES.....	58
1.4. SEGÚN ANÁLISIS Y ALCANCE DE RESULTADOS.....	58
2. UNIVERSO Y MUESTRA.....	59
2.1. UNIVERSO.....	59
2.2. MUESTRA.....	60
2.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	61
3. TIPO DE MUESTREO.....	61
3.1. NO PROBABILÍSTICO POR OBJETIVOS.....	61
3.2. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	61
4. RECURSOS.....	63
4.1. RECURSO HUMANO:.....	63
4.2. MATERIALES.....	63
Capítulo IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	65
1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	85
Capítulo V. CONCLUSIONES.....	87
1. CONCLUSIONES ESPECIFICAS.....	87
1.1. CONCLUSIÓN SEGÚN DATOS FISIOLÓGICOS.....	87
1.2. DEFINICIÓN DE ANEMIAS.....	88
1.3. COMPARACIÓN CON VALORES ESTABLECIDOS.....	89
2. CONCLUSIÓN GENERAL.....	89
3. RECOMENDACIONES.....	90
3.1. Recomendaciones para estudios posteriores.....	90
3.2. RECOMENDACIONES PARA PERSONAL DE SALUD.....	90
RESUMEN.....	91
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	92
ANEXOS.....	94
HISTORIA CLÍNICA.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Promedio de valores de serie roja en Universitarios de Unidad Académica Campesina - Carmen Pampa.....	3
Tabla 2.- Presión Parcial de Oxígeno(P_{O_2}) y Dióxido de Carbono (PCO_2) en diferentes partes del organismo.....	20
Tabla 3.- Valores de referencia para los tres parámetros de la serie roja en ambos sexos según diversos autores.....	25
Tabla 4.- Rangos normales de índices hematimétricos, según diversos autores.	27
Tabla 5.- Patologías que alteran los valores de serie roja.....	34
Tabla 6.- Composición de aire atmosférico a nivel del mar.....	40
Tabla 7.- Descenso de Presión Barométrica (PB) y Presión Parcial de Oxígeno ambiental según ascenso metros de altura sobre el nivel del mar.....	41
Tabla 8.- Efecto de P_{O_2} ambiental sobre la PO_2 alveolar, arterial y sobre la saturación arterial de oxígeno a nivel del mar, 2000msnm y a 3600 msnm.	42
Tabla 9.- Presiones parciales de los gases cuando entran a pulmones(a nivel del mar).....	43
Tabla 10.- Presión parcial de oxígeno ambiental y alveolar a 3600 msnm.	43
Tabla 11.- Valores promedios y rangos de referencia de la serie roja para poblaciones cruceña coroiqueña y paceña según sexo.....	49
Tabla 12.- Características Ambientales.....	50
Tabla 13.- Distribución de la Población total por sexo según instituciones. Coroico -2001	65
Tabla 14.- Selección de personas "sanas". Coroico - Nor Yungas, 2001.....	66
Tabla 15.- Coeficiente de Correlación de los valores de Serie Roja con los datos fisiológicos, en personas de sexo femenino y masculino, Coroico 2001.....	76
Tabla 16.- Media y Desviación Estándar de Serie Roja según sexo. Coroico - 2001.....	80
Tabla 17.- Comparación de los valores de la Serie Roja entre las poblaciones de: Santa Cruz, Coroico y La Paz según sexo. Coroico 2001.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.- Curva de disociación.....	17
Figura II.- Desviación de la curva.....	18
Distribución de la población estudiada según edad y sexo. Coroico, gestión 2001.....	67
Distribución de la población estudiada según adaptación y aclimatación a la altura de 1700 a 1850 msnm. Coroico 2001.....	68
Distribución de la población de estudio según el tipo de actividad física. Coroico - Nor Yungas, 2001.....	69
Dispersión de eritrocitos individuales por edad y sexo.....	70
Figura VII.- Dispersión individual de valores de Hemoglobina según edad y sexo.....	71
Dispersión individual de Hematocrito según edad y sexo.....	72
Figura IX.- Dispersión individual de Eritrocitos según peso y sexo. Coroico - 2001.....	73
Figura X.- Dispersión individual de valores de Hemoglobina según peso y sexo. Coroico 2001.....	74
Figura XI.- Dispersión Individual de valores de Hematocrito según peso y sexo. Coroico 2001.....	75
Figura XII.- Curva de Distribución de Frecuencia Porcentual Acumulada del número de Eritrocitos según sexo. Coroico 2001.....	77
Figura XIII.- Curva de Distribución de Frecuencia acumulado para valores de Hemoglobina según sexo. Coroico 2001.....	78
Figura XIV.- Curva de distribución de Frecuencia acumulada para valores de Hematocrito según sexo. Coroico 2001.....	79
Figura XV.- Ver las siguientes Figuras. Comparación de Medias y Desviación estándar de los valores de Eritrocitos según sexo, obtenidos en Coroico con valores establecidos en ciudades de Santa Cruz y La Paz.....	82
Figura XVI.- Comparación de Medias y Desviación Estándar de los valores de Hemoglobina de Ambos Sexos obtenidas en Coroico con los valores de Ciudades de Santa Cruz y La Paz.....	83
Figura XVII.- Comparación de medias y Desviación Estándar de los valores de Hematocrito en personas de sexo Femenino con valores establecidos en Ciudades de: Santa Cruz y La Paz.....	84

CAPÍTULO I.

VALORES DE REFERENCIA DE SERIE ROJA EN PERSONAS SANAS 15 A 60 AÑOS DE EDAD, QUE HABITAN ENTRE 1700 A 1850 METROS DE ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR (Coroico- Nor Yungas La Paz. 2001)

1. JUSTIFICACIÓN

Los valores de serie roja incluyen el recuento de eritrocitos, concentración de hemoglobina y hematócrito en el examen sanguíneo, importantes en la clínica para la detección de anemias.

Para el diagnóstico de anemia es fundamental establecer un dato promedio y los límites de referencia con relación a la altitud donde resida la persona, porque se conoce la variabilidad de los valores debido al descenso de presión barométrica.

Los estudios realizados a distintas altitudes muestran estas variaciones; por ejemplo, valores límite de hemoglobina en mujeres, se consideran anemia en los siguientes casos:

- "A nivel del mar (Santa Cruz) de menos 11g/dl de hemoglobina.
- A 2.700 msnm (Cbba), de menos 12.6/dl de hemoglobina.
- A 3.800 msnm (La Paz), de menos 14 g/dl de hemoglobina.
- A 4.000 msnm, hallazgo de menos 14.4 g/dl de hemoglobina.
- A 4.500 msnm, hallazgo de menos de 15 g/dl de hemoglobina".¹

La mayoría de los estudios se realizaron a nivel del mar y a determinadas alturas como ser: la ciudad de La Paz. Las poblaciones que se encuentran a

¹ MDH SNS. Atención a la Mujer y al RN, Bolivia p. 77

alturas intermedias (1700-1850 msnm), no han sido objeto de estudios similares que determinen los valores de referencia de hemoglobina, eritrocitos, y hematocrito para su real validez en el empleo clínico del paciente coroiqueño.

La población de Coroico, capital de la provincia Nor Yungas del Dpto. de La Paz, está situada a 1700 metros de altitud sobre el nivel del mar. Hasta ahora no se cuentan con dichos valores para uso clínico, pese a que su principal centro asistencial "Hospital General Universitario de los Yungas" ha cumplido 12 años de servicio a la comunidad.

El año 1998 se realizó un trabajo de investigación en la localidad de Coroico, intentando definir los valores de referencia de hemoglobina y hematocrito en personas clínicamente sanas, encontrando valores inferiores a los valores normales encontrados en la costa referidos por la Bibliografía. Dicho resultado llama la atención, porque a la altura de 1700 metros sobre el nivel del mar (msnm) se debería encontrar hemoglobina y hematocrito con valores intermedios entre la Costa y la Ciudad de La Paz. Lo que hace pensar en la existencia de factores que influyen en la disminución de niveles de Hemoglobina y hematocrito. ¿Cuáles fueron los factores que influyeron en este trabajo?

- ¿Parasitosis intestinal endémica?
- ¿Anemia endémica crónica?
- ¿Deficiencia endémica de hierro y ácido fólico?
- ¿Otras patologías productoras de Anemia?
- ¿Defecto en las técnicas de laboratorio?

En mayo del 2000 se realizó otro trabajo de investigación, en 167 universitarios de la Unidad Académica Campesina de Carmen Pampa, con el fin de determinar la incidencia de anemia mediante índices hematimétricos.

En personas sin anemia se observan valores intermedios entre la Costa y la ciudad de La Paz, que veremos en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Promedio de valores de serie roja en Universitarios de Unidad Académica Campesina - Carmen Pampa

SEXO	Hb(c /dl)	Ht (%)	GR($1 \times 10^3/\text{mm}^3$)
Mujer	14	45	4.5
Varón	15	47	4.9

Fuente. ZAVALETA Moisés.(2000)

¿Realmente los valores de referencia a esta altura son los mencionados en dicho trabajo?.

Estos estudios han motivado a continuar con el tema; considerando posibles factores adicionales que afectan con la disminución de los valores de referencia. Al respecto hemos creído importante efectuar en personas sin patología aparente, de nivel socio económico medio, y otros factores de riesgo que pueden alterar los valores de referencia para evitar sesgo en la determinación con exactitud de la misma.

Los criterios que se tomarán en cuenta para definir si una persona está sana o no, serán: Valoración Clínica, Electrocardiograma, Examen Coproparasitológico, Examen General de Orina y Hemograma completo.

Con el presente estudio se pretende aportar con información de valores de referencia de serie roja para poblaciones que se encuentran en alturas intermedias, por la importancia que estos parámetros tienen para validar el diagnóstico de anemias y determinar su gravedad y naturaleza.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los valores promedio y límites de referencia para el número de eritrocitos, cantidad de hemoglobina y concentración globular o hematócrito en personas sanas de 15 a 60 años de edad que habitan entre 1700 a 1850 metros de altura sobre nivel del mar?

¿Existe diferencia significativa de los valores obtenidos a 1700-1850 msnm, con relación a valores establecidos en la Ciudad de Santa Cruz (420 msnm) y Ciudad de La Paz (3600msnm)?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir con información de valores de referencia para eritrocitos, hemoglobina y hematócrito en personas sanas de 15 a 60 años de edad, que habitan entre 1700 a 1850 msnm; Coroico - Nor Yungas, junio a noviembre del 2001.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.2.1.** Determinar la variabilidad de los valores de referencia con relación a edad, sexo, peso y actividad física, en pacientes sanos que viven a una altura de 1700 a 1850 msnm.
- 3.2.2.** Definir los valores promedio y límites de referencia para eritrocitos, hemoglobina y hematócrito según sexo en pacientes sanos que viven a la altura estudiada.
- 3.2.3.** Comparar los valores obtenidos con valores de referencia de la ciudad de Santa Cruz (420 msnm) y de la ciudad de La Paz (3600 msnm) referidos por la bibliografía.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen las teorías sobre las características generales morfológicas y fisiológicas del eritrocito, patologías que alteran y finalmente estudios similares que se realizaron en las ciudades de Santa Cruz y La Paz., para comprender su variabilidad fisiológica relacionado a la altura

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SERIE ROJA

1.1. ERITROCITO

Conocido también como glóbulo rojo o hematíe, célula especializada en el transporte de oxígeno.

1.1.1. Eritropoyesis.-

Es el proceso de producción de eritrocitos. El encargado de este proceso, durante la vida adulta es la médula ósea roja.

Evidencia actual según SHILLMAN (1998) indica que gracias a los progresos en las técnicas de cultivo de tejidos existe una célula primitiva a partir de ella se originan los precursores de las diversas líneas hematopoyéticas;

"La célula precursora de la serie eritrocitaria se identifica de manera temprana la Unidad Formadora de Blastos-Eritroide (UFB-E)..., el siguiente paso es la aparición de (Unidad formadora de Colonias-E ritroide (UFC-E). Esta secuencia bajo el control de la hormona eritropoyetina"².

SHILLMAN, Rert, et al, *Manual de hepatología*, p.4

1.1.2. Serie Eritrocitaria.

Se refiere a la secuencia de proliferación, diferenciación y maduración de la célula eritroide. ³*“La célula precursora (UFC-E) pasa en promedio por cuatro divisiones que dan origen a 16 eritrocitos.”* ⁴*“El proceso de maduración es de 7 a 8 días... La secuencia de mitosis y maduración celular se divide en tres fases.”*

- 1ra Fase Temprana.- Pronormoblastos y normoblasto basófilo: mide 25 u,m, 300-800fl de volumen, Con núcleo y cromatina fina, el citoplasma intensamente basófilo por su alto contenido de RNA, y sin hemoglobina, (de 1 día a 2 días)
- 2da Fase Intermedia.- Normoblasto policromático: Al tercer día mide 10-14 im, aparece la hemoglobina en citoplasma lo que le da el color verde azulado.
- 3ra Fase Tardía.- Normoblasto ortocromático, cuarto al sexto día mide 7-10 u,m, con núcleo pequeño y se convierte en una masa densa de menos estructura. El citoplasma tiene un color azul rosa debido al aumento de hemoglobina.
- Reticulocito, precursor inmediato del eritrocito, en este momento contiene dos tercios de contenido de hemoglobina, con volumen de 150 a 180 fl, aún es mayor el citoplasma. Permanece en la médula 48 horas (sexto a octavo día) mientras continua la síntesis de hemoglobina restante. Por último conforme su volumen adquiere las dimensiones de una célula madura en 24 horas, lo que permite su identificación como reticulocito sanguíneo. El producto final de este proceso es el eritrocito adulto.

³ CUELLAR, Francisco. *Hematología*, p.9

⁴ SHILLMAN, *Ob cit p.5*

1.1.3. Regulación de Eritropoyesis

El mantenimiento de valores de forma óptima requiere mecanismos de regulación y que permitan ajustes para compensar cambios que ocurren por procesos fisiológicos y patológicos.

El sensor de este mecanismo (eritropoyetina, una hormona glicoproteína) está localizado en el corpúsculo yuxtangiomerular del riñón. Su estímulo específico es una baja Presión Parcial de Oxígeno (PO₂) en el tejido renal causado por grandes altitudes y anemias. La hormona pasa al torrente sanguíneo y se une a una alfa-2 globina circulante inactiva que la convierte en la eritropoyetina que es transportado a la médula allí actúa sobre los precursores causando estallido, proliferación, diferenciación y aumento de serie eritrocitaria; acelera su maduración, acorta el ciclo mitótico y lanza precozmente a la circulación. Cuando eleva la Presión Parcial de Oxígeno en el tejido renal los sensores renales registran este aumento y suspenden la producción.

"Aparecen pocos eritrocitos nuevos durante los dos a 4 días, y sólo después del quinto día o más tarde se llega a intensidad máxima de producción de nuevos eritrocitos. Se siguen produciendo conforme la persona prosigue en estado de carencia de oxígeno hasta que la cantidad sea necesaria..."⁵.

1.1.4. Elementos necesarios para formación de eritrocitos.

La eritropoyetina requiere la cooperación de otros elementos como ser:

- Vitamina B12, para convertir los nucleótidos de la ribosa en desoxirribosa, una de las etapas esenciales de la formación de DNA, la falta de esta vitamina produce maduración y división nucleares insuficientes, e inhibe la producción.

⁵ GUYTON, Artur., et al, *Fisiología Humana*, p. 397

- Ácido Fólico, al igual que vitamina B₁₂ se requiere para la formación de DNA.
- Hierro para la proliferación, desarrollo y maduración del eritrocito. La síntesis de hemoglobina depende del aporte de hierro, pero la acción más crítica de la deficiencia de este elemento es la limitación en la proliferación celular.

1.1.5. Morfología y Composición.

"El eritrocito es un disco bicóncavo de 8.4 micras de diámetro, tiene un grosor de 2.4 en la periferia y 1 micra en su parte central "contiene en su interior 200-300 millones de moléculas de hemoglobina."⁷ "que constituye cerca de 95% de proteína total**

La membrana *"Está constituida en un 71% de lípidos y 3% de azúcares, sales, proteínas enzimáticas."*⁹

Lípidos forman dos capas, una externa (rica en fosfatidilcolina, esfingomielina y glucolípidos) y otra interna (su mayoría fosfatidilserina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilinositol) entremezclada con proteínas y glucoproteínas. A la vez contiene dos clases de proteínas:

- Proteínas integrales (Glucorina A) atraviesa la capa bimolecular de lípidos, dando carga negativa, importante para prevenir la aglutinación de eritrocitos.
- Proteínas periféricas: Espectrina y Lecitina forman una malla entrelazada, que fijan las posiciones de las proteínas y dan forma al citoesqueleto. La forma bicóncava y otras propiedades pueden ser determinadas por estas proteínas.

⁶CUELLAR, *Obcit.* P. 6

⁷ WWW. WELL- Connected.Com Anemia *Ibid*, p. 6

⁸ MURRAY, Robert *Bioquímica de Jarper* p. 860

⁹ CUELLAR, *ibid*, p. 6

1.1.6. Ventajas de la morfología y estructura

- La forma bicóncava es la estructura adecuada para obtener la máxima superficie para el intercambio gaseoso.
- La membrana protege a la molécula de Hemoglobina de su eliminación prematura, en suspensión tiene una vida media de dos horas y cuando esta protegida tiene una vida media de 120 días.
- Su morfología diseñada para sobrevivir en muchos viajes a través de la microvasculatura, y capaz de cambios extremos en su forma.
- La hemoglobina dentro del eritrocito es eficaz en el transporte y liberación de oxígeno"¹⁰

1.1.7. Metabolismo

Los eritrocitos carecen de organelos, sin embargo los textos de bioquímica y hematología mencionan las siguientes vías metabólicas de glucosa y la importancia de cada una.

- Vía de Embden-Meyerhof (No oxidativa), encargada del uso de glucosa y la generación de ATP. El ATP suministra energía necesaria para satisfacer sus requerimientos; para mantener la integridad, estructura y estabilidad dimensional del eritrocito
- Vía metahemoglobina reductasa en esta vía, la diaforasa es capaz de revertir la metahemoglobina (Fe^{+++}) a hemoglobina (Fe^{++}) funcional.
- Vía de Raport Luebering: Necesaria para la producción de 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG). La cantidad producida depende de la velocidad de la glucólisis determinada por la fosfofructocinasa que es sensible a pH, si aumenta el pH aumenta la frecuencia de glucólisis y disminuye cuando el pH baja. También

¹⁰CUELLAR, Ibid.P6

depende del aporte adecuado de fosfato plasmático. Su importancia radica en la capacidad de liberar oxígeno de acuerdo a las necesidades tisulares.

- Vía fosfogluconato, se logra acoplando la glucólisis oxidativa con la reducción del glutatión manteniendo dentro del eritrocito un potencial oxireductor. Cuando la vía tiene una deficiencia funcional o los oxidantes del medio exceden su capacidad de reducción, se presenta la desnaturalización de la globina y la hemoglobina se precipita para formar cuerpos de Heinz-Ehrlich en la capa interna de la membrana y que ocasiona daño a la membrana, siendo esta la destrucción oxidativa. Por lo tanto protege de la hemoglobina.

1.2. HEMOGLOBINA

Es una proteína intracelular importante del eritrocito por su función biológica en el transporte del oxígeno. Dicha proteína *"Constituye cerca de 33 % de contenido celular y tiene un peso molecular de 68000 d."*¹¹ *"El 97 % está constituido por hemoglobina A, 2% hemoglobina A2, 1% Hemoglobina fetal"*¹²

1.2.1. Formación.

La hemoglobina está formada por grupo hem y globina. La síntesis inicia en pronormoblastos de la serie y continúa en el estadio de reticulocito.

- La síntesis de Hem se inicia en la mitocondrias con la formación de ácido aminolevulínico (ALA) a partir de glicina y succinilc-Co A, en citoplasma son catalizadas dos moléculas de ALA y forma el pirrol porfobilinógeno (PBG), cuatro pirróles se condensan en anillo para formar coproporfirinógeno. Este compuesto entra en las mitocondrias y forma la protoporfirina IX. Finalmente

¹¹SHILLMAN, *ObCit*, p.17,

¹²CUELLAR, *ObCit*. P.72

se incorpora hierro para formar la molécula HEM que constituye el pigmento sanguíneo.

- La globina es sintetizada por ribosomas formando una subunidad polipeptídica de globina, cuatro de ellos forma la globina, dos cadenas alfa y dos beta.

"Las cadenas alfa, cada una conteniendo 141 aminoácidos, codificadas por genes alfa ligados de forma estrecha en el cromosoma 16 y las cadenas beta con 146 aminoácidos, codificados por el gen único de cadena beta en el cromosoma 11,"¹³

Finalmente cada cadena se combina con HEM y forma la molécula completa de HEMOGLOBINA A, forma más frecuente en persona adulta.

1.2.2. Estructura

Perutz y asociados han demostrado que la hemoglobina es un tetrámero esférico de un diámetro de 55Å. Cada cadena polipeptídica se enrolla, esta a su vez se enrolla sobre sí misma formando estructura esférica, los cuatro esferoides y forma la estructura cuaternaria. Esta estructura adapta a la Hemoglobina su función y le permiten una regulación precisa de sus actividades.

Cada cadena de globina ofrece una bolsa para Hem, cuatro hem se encuentran equidistantes en la superficie de la molécula a través de una ventana hidrofóbica, sitio donde se abren o se cierran las cadenas en función a (oxígeno, hidrógeno, dióxido de carbono, 2,3Difosfoglicerato), que permiten identificar dos estados de estructura:

- Estructura T "desoxihemoglobina", Es la forma tensa de la molécula, donde las ventanas están cerradas que impide la entrada de oxígeno, por la acción de los iones hidrógeno que establecen puentes de sal entre cadenas; el dióxi-

¹³ SHILLMAN, Ibid, p.10

do de carbono, 2,3-difosfoglicerato une las cadenas beta para estabilizar la molécula y mantener de baja afinidad por el oxígeno.

- Estructura R "oxihemoglobina" estructura relajada donde las ventanas de la hemoglobina están abiertas y la bolsa suficientemente amplias para permitir la entrada de oxígeno.
- Transición de la estructura T a R por la fijación de la primera molécula de oxígeno al primer grupo de hem, hay cambio en las estructuras terciarias, los enlaces de sal se rompen, 2-3 DPG y dióxido de carbono son expelidos, el átomo de hierro se desplaza y se abre toda la estructura del polipéptido. Esto conduce de que las ventanas de grupos hem se abran y facilitar la fijación de las subsiguientes moléculas de O₂, Este movimiento aumenta la afinidad por el oxígeno y es el causante de la forma sigmoidea de la curva de disociación.

1.2.3. Función de la hemoglobina

La función de la hemoglobina dentro del eritrocito, es transportar oxígeno desde los pulmones a los tejidos de acuerdo a las necesidades. Se detalla en el capítulo del transporte de oxígeno

1.3. CICLO DE VIDA Y DESTRUCCIÓN DEL ERITROCITO.

1.3.1. Vida media

El eritrocito tiene un tiempo de vida de "90-120 días."¹⁴ por lo que "requiere un reemplazo diario de aproximadamente 1% de estas células para compensar la destrucción de una cantidad equivalente cada 24 horas"¹⁵

¹⁴<http://www.Well.Connected.com>

¹⁵ CUELLAR, .Ob. Cit. p.8

Mientras se encuentra en la circulación está sujeto a un gran variedad de cambios metabólicos y mecánicos, que puede alterar el ciclo de vida como ser la turbulencia del flujo sanguíneo o el daño de capa endotelial de los vasos arteriales con depósito de fibrina que pueden causar fragmentación del eritrocito y hemolisis intravascular, también la fuerza física intensa a un área vascular, ejemplo golpes

1.3.2. Destrucción.

Conforme envejecen los eritrocitos decrecen sus reservas de ATP, que llevan a la disminución de flexibilidad celular lo que dificulta el paso a través de la microvasculatura de 4.5 micras, como resultado lisis celular en circulación o fagocitosis por el sistema del retículo endotelial.

a) Función del bazo

Cuando los eritrocitos llegan al bazo, se comprimen para pasar la microvasculatura y alcanzar los sinusoides esplénicos. Esta prueba de flexibilidad del eritrocito es para entrar de regreso a la circulación. Cuando la célula es rígida o anormal queda atrapada y es fagocitada por las células reticuloendoteliales sinusoidales esplénicas.

b) Función del sistema del reticuloendotelial

Se realiza mediante dos mecanismos: extravascular e intravascular:

- Destrucción Extravascular, forma más eficaz de fagocitar los eritrocitos y fragmentar la molécula de hemoglobina, por recuperar los componentes esenciales: aminoácidos y hierro. Los macrófagos rompe la membrana, la molécula de hemoglobina se fragmenta por acción de enzimas. El hierro liberado regresa

a la transferrina del plasma y se transporta a la médula para ser reutilizado en la eritropoyesis o almacenado dentro las células reticuloendoteliales. Los aminoácidos de la globina se dirigen a la reserva general de proteínas corporales. El anillo de protoporfirina se rompe el tetrapirrol sale como bilirrubina indirecta transportado por la albúmina hasta el hígado, donde se conjuga para formar glucorónico y se excreta por la bilis, El glucoronico que entra al intestino se desecha como urobilina con las heces. Cerca de 10 a 20% de urobilinogeno se reabsorbe sin cambios y se excreta por la orina.

- Destrucción intravascular, se denomina cuando los *"eritrocitos viejos se destruyen en la circulación. Esta destrucción representa menos de 10 % de pérdida de eritrocitos, aumenta en forma importante en algunas enfermedades"*¹⁶

El tetrámero se disocia en dímeros alfa y beta, se unen a la proteína plasmática haptoglobina (unión del complejo) que evita la excreción renal y sale de circulación por medio de hepatocitos en forma similar a los que ocurren en células reticuloendoteliales. Hay un límite de la capacidad de unión del complejo, esta capacidad excede con una liberación de varios gramos de hemoglobina. Los dímeros que no se unieron se excretan por el riñon como hemoglobina libre. Los grupos hem se unen con proteína hemopexina, cuando estos exceden la concentración de hemopexina, se combina con albúmina para formar Meta-hemalbúmina. Ambas vías son captadas de la circulación para ser eliminados por los hepatocitos y ambas ayudan a recuperar el hierro y ser reutilizado en la hematopoyesis

SHILLMAN, *Ob Cit*, p.21

2. FISIOLÓGÍA DE LA HEMOGLOBINA

La hemoglobina dentro del eritrocito cumple la función básica en el organismo de transportar oxígeno desde los pulmones a los tejidos de acuerdo a las necesidades, para cumplir dicha función depende de:

- Su capacidad de combinarse y liberar el oxígeno.
- Número de eritrocitos y cantidad de hemoglobina suficiente.
- Función pulmonar
- Factores hemodinámicos, cada uno tiene su comportamiento.

2.1. COMBINACIÓN DE OXI-HEMOGLOBINA Y LIBERACIÓN DE OXÍGENO

Esta capacidad depende a la vez de;

- Su reversibilidad
- Curva de disociación en forma sigmoidea.
- Saturación máxima de oxi-hemoglobina.

2.1.1. Reversibilidad

La molécula de hemoglobina se combina con la molécula de oxígeno en forma laxa y reversible con la porción hem.

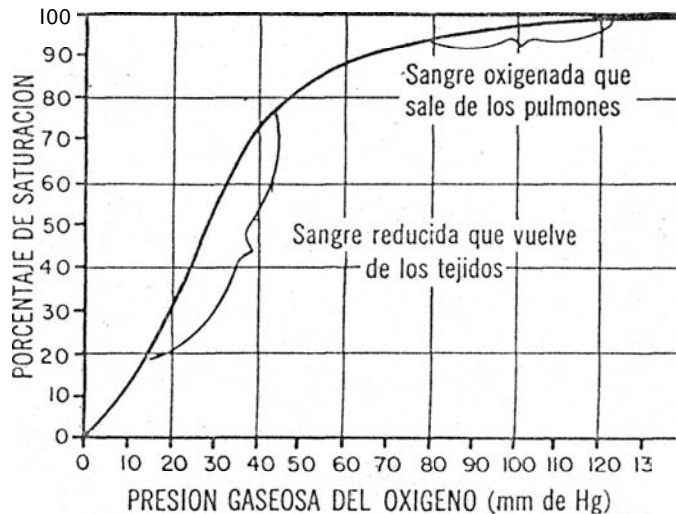
"Cada molécula de hemoglobina se combina con cuatro moléculas de oxígeno. El oxígeno no se combina con los dos enlaces positivos del hierro(Fe^{++}), en su lugar se une a uno de los enlaces débiles llamados enlaces de coordinación del átomo hierro, para que la combinación sea reversible, debido a su reversibilidad de combinación se libera el oxígeno a los tejidos donde la tensión de oxígeno es menor que en los pulmones "¹⁷

GUYTON, Arthur, *Fisiología Humana*, p.472

2.1.2. Curva Sigmoide de Disociación Oxi-hemoglobina

La curva de disociación de oxi-hemoglobina se refiere a la presentación gráfica del oxígeno unido a la molécula de hemoglobina en % (Saturación) y liberación del oxígeno en función a diferencias de presiones parciales de oxígeno. La curva tiene la forma de una S "sigmoide".

Figura I.- Curva de disociación



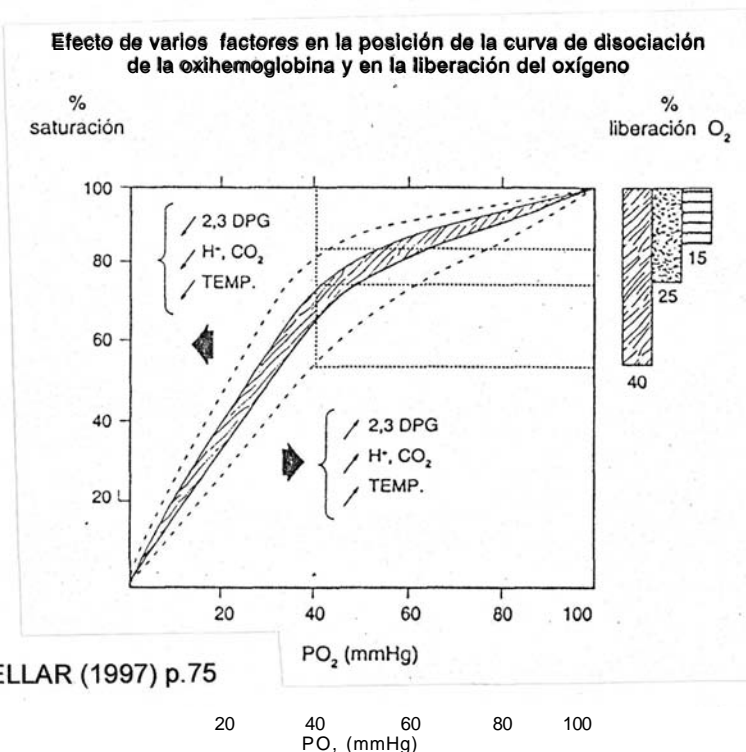
Fuente, GOYTON (1997), p.472

La curva en forma de S es la transición de estructura T a estructura R. Esta forma permite retener una cantidad máxima de oxígeno en los capilares pulmonares a una presión parcial de oxígeno elevada y ceder una cantidad máxima de oxígeno a los tejidos a una presión parcial de oxígeno bajo. Esto constituye la base del transporte desde los pulmones a los tejidos.

"La afinidad de hemoglobina determina la proporción de oxígeno que será cargada o liberada a cualquier tensión de oxígeno dada en mmHg"¹⁸

En efecto cualquier factor que desplace la curva de disociación hacia la derecha disminuye la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno y hace que entregue una mayor cantidad de oxígeno a los tejidos. Por el contrario una desviación de la curva hacia la izquierda aumenta la afinidad y hace que la cantidad que se entregue a los tejidos sea menor.

Figura II,-



Fuente CUELLAR (1997) p.75

Fuente CUELLAR (1997) p.75

a) Desviación de la curva hacia la derecha.

Los factores que desplazan la curva hacia la derecha se conocen como:

- Efecto ácido de Bohr o acidosis, al pasar la sangre por los tejidos, los productos metabólicos disminuye el pH por acumulación de dióxido de carbono y

HORTON, Robert, *Bioquímica*, p.4:40

aumenta la presión parcial de dióxido de carbono (PCO₂) por consiguiente existe un exceso de protones de hidrógeno y forman puentes de sal llegando a la forma tensa y la curva se desplaza hacia la derecha.

- Efecto de 2-3 fosglicerato (2-3.DFG) Es activada cuando existe hipoxia (Causada por: altura, insuficiencia respiratoria, anemia severa, falla cardiaca congestiva, tirotoxicosis, hiperfosfatemia) acompañada por disminución de la presión parcial de oxígeno en tejidos, conforme la sangre venosa contiene una proporción aumentada de la hemoglobina desoxigenada lo cual estimula el incremento de 2.3-DFG y se une a la hemoglobina desoxigenada disminuyendo así la afinidad por el oxígeno y desplazando la curva a la derecha. "*...Esta adaptación se lleva acabo en 12 a 36 horas después de cambios inmediatos del efecto de Bohr*"¹⁹. Este mecanismo actúa como compensador de hipoxia.
- Efecto de temperatura La elevación de la temperatura corporal como la fiebre y el ejercicio desvían la curva hacia la derecha y permite mayor aporte de oxígeno a tejidos hipermetabólicos.

b) Desviación de la curva a la izquierda

Los efectos son contrarios de los mencionados factores:

- *Efecto Básico de Bohr*, producido por la liberación de protones de hidrógeno mientras más sube el pH, y la curva se desplaza a la izquierda.
- *Efecto de 2-3 Fosglicerato* causada por la disminución de este compuesto por: shock séptico, acidosis metabólica severa, hipofosfatemia, metahemoglobinemia. En ciertas hemoglobinopatías se observan afinidades mayores por el oxígeno, estas personas están crónicamente hipóxicas y por lo tanto presentan un cuadro clínico de eritrocitosis.

¹⁹ SHILLMAN, *Ob. Cit* p.27

2.1.3. Saturación de Oxígeno-hemoglobina

Para comprender dicha capacidad de hemoglobina hay que considerar los principios físicos de:

- La presión parcial de oxígeno (PO_2) y presión parcial de dióxido de carbono en pulmones, la sangre y los tejidos.
- Mecanismos de difusión de gases (O_2 y CO_2).

Tabla 2.- Presión Parcial de Oxígeno(PCO_2) y Presión Parcial Dióxido de Carbono (PCO_2) en diferentes partes del organismo

LUGAR	PO_2 (mmHg)	PCO_2 (mmHg)
Pulmón-Alveolar	104	40
Arterial	95	40
Arteriocapilar	95	
Intersticio	40	
Intracelular	23 (5-40)	46
Capilutisular		45
Venosa		45

Fuente: GOYTON (1997), MENENGHELLO. (1997).

Las diferentes literaturas sobre fisiología de la hemoglobina explican el proceso de saturación de acuerdo a las presiones expuestas en esta tabla:

a) Saturación máxima en pulmones

La diferencia de PO_2 alveolar(104 mmHg) entre la PO_2 de sangre venosa (40 mmHg) que penetra en capilar alveolar, hace que el oxígeno difunda al capilar pulmonar hasta que la hemoglobina queda totalmente oxigenada o saturada al 100%. La PO_2 se eleva hasta un nivel prácticamente igual al del aire alveolar.

La sangre saturada al 100% indica la captación de una cantidad máxima de oxígeno por la sangre en los pulmones; *"A una concentración de hemoglobina de 15 g/dl de, cada 100 ml de sangre total llevan cerca de 20 mililitros de oxígeno. (1g de Hb. = 1,3 ml de oxígeno)"*²⁰

b) Saturación máxima de oxi-hemoglobina en sangre arterial

La sangre arterial entra a los tejidos a una tensión de 95 mmHg; existe descenso de tensión con relación a tensión de sangre capilar en pulmones, se debe a la adición de sangre venosa, proveniente de la sangre que riega los tejidos pulmonares en un 2%, que no ha sido expuesta al aire alveolar.

A una P_{O_2} de 95 mmHg se satura el 97%, a tal saturación cada 100 ml de sangre se combina 19.4 de oxígeno, En condiciones normales la cantidad de oxígeno es transportada en su totalidad a los tejidos.

c) Cantidad de oxígeno liberado

La sangre arterial llega a los capilares periféricos con la misma tensión. A la P_{O_2} de líquido intersticial (40 mmHg) difunde el oxígeno a los tejidos y la P_{O_2} capilar cae hasta igualar a la P_{O_2} de líquido intersticial, por lo que la cantidad de oxígeno se reduce a 14,4 ml saturada al 75 %, finalmente se libera oxígeno a las células en una cantidad de 5 ml por 100 ml de sangre (saturada a 20-25%), siendo la P_{O_2} intracelular aún menor que la P_{O_2} capilar tisular, en un promedio de 23 mmHg como bajo 5 mmHg, como alto hasta 40 mmHg.

2.2. IMPORTANCIA DE LOS VALORES DE REFERENCIA

Distintas literaturas mencionan que la cantidad de hemoglobina es más importante ya que su capacidad para combinarse con el oxígeno es directamente proporcional a la concentración de hemoglobina. La capacidad de transporte se reduce con la disminución de los eritrocitos y disminución de concentración de hemoglobina. Ejemplo las anemias.

2.3. FUNCIÓN PULMONAR

También indican el requerimiento de función pulmonar y hemodinamia en el transporte de oxígeno.

Dentro los capilares alveolares, se necesita una P_{O2} alveolar de 100-104 mmHg para lograr una saturación al 100%. La tensión alveolar esta controlada por el proceso de ventilación, ya que el oxígeno se absorbe continuamente hacia la sangre disminuyendo así su concentración y disminuye la P_{O2} alveolar, por ello se respira deprisa el oxígeno nuevo.

"La ventilación es regulada por los centros respiratorios, que reciben la información proveniente de los quimiorreceptores centrales o periféricos ubicados a nivel del cayado aórtico, que son sensibles a variaciones de pH, PCO₂ como a la P_{O2} de la sangre arterial... De esta forma toda hipoxia o acidosis provoca una hiperventilación"²¹

2.4. FUNCIÓN FACTORES HEMODINÁMICAS..

2.4.1. Flujo sanguíneo

El metabolismo celular y la producción de metabolitos ácidos promueven el aumento de flujo sanguíneo regional y aporte de oxígeno; a través de este

²¹ VARGAS, E. Anuario IBBA, p.23

mecanismo los órganos del individuo modifican el flujo de acuerdo a las necesidades. "La reducción de hasta 50% de suministro de oxígeno puede compensarse con este mecanismo..."²²

2.4.2. Gasto Cardíaco

"...La anemia no afecta en forma directa el gasto cardíaco en reposo, hasta que la hemoglobina disminuya 8 g/d, responde en forma primaria al aumento en el consumo de oxígeno, producidos por la actividad física intensa, tirotoxicosis y embarazo"²³

2.4.3. Volumen sanguíneo

Es indispensable contar con líquido intravascular suficiente y tono vascular para mantener la circulación activa entre pulmones y tejidos corporales.

2.5. FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DEL TRANSPORTE

- Alteración de la afinidad de la hemoglobina, especialmente los factores que desplazan la curva hacia la izquierda
- Reducción de eritrocitos y su contenido hemoglobina, "anemias".
- Alteración de función pulmonar: " *Tuberculosis, EPOC, Asma, Edema y fibrosis pulmonar, Grandes altitudes, Tabaquismo más de 10 cigarrillos día, insuficiencia cardíaca.*"²⁴

²² SHILLMAN, *Ob. CU.*

SHILLMAN, *Ibid*, p. 28

²⁴ <http://www.Eritrocitosis.Com>.

3. VALORES DE REFERENCIA DE LA SERIE ROJA

El presente subcapítulo de revisión de literatura se centra en mencionar valores ya establecidos por diferentes textos extranjeros y nacionales para interpretar y deducir nuestros resultados.

3.1. CONCEPTOS DE LOS VALORES DE REFERENCIA

3.1.1. Recuento Eritrocitarío

Se denomina, cuenta de los eritrocitos que se encuentran en una muestra de sangre. En condiciones normales los parámetros estándar se muestran en la siguiente tabla 3, y expresada en millones por mililitros cúbicos o 1×10^6 por mm^3 por unidad tradicional.

3.1.2. Valores de Hemoglobina

Se refiere a la concentración de hemoglobina en la sangre completa, en condiciones normales, contiene un valor promedio de 15 gramos por decilitro de sangre, expresada también en unidad tradicional.

3.1.3. Valores de Hematócrito

Se refiere al volumen de concentración de eritrocitos "*de la sangre total el 60 % aproximadamente es plasma y 40 % hematíes; este 40 % representa el valor de hematócrito*"²⁵.

Las cifras de eritrocito, hemoglobina y hematócrito son parámetros cuantitativos usados como base para diagnóstico de anemias.

GUYTON, Artur. *Fisiología Medica*. P.324

En la siguiente tabla se expone los valores ya establecidos y estandarizados por textos extranjeros y nacionales.

Tabla 3.- Valores de referencia para los tres parámetros de la serie roja en ambos sexos según diversos autores.

Sexo	ERITROCITO x 106 (1x10 ⁶ /mm ³)		HEMOGLOBINA (g/dl)		HEMATOCRITO		AUTOR
	X	Limite	X	Límite	X	Límite	
Masculino	5.4	4.7-6.	16	14-18	47	42-52	LABORATORIO LAPAZ
Femenino	4.8	4.2-5.4	14	12-1	42	37-48	
Masculino	5.4	4.7-6.1	16	14-18	47	42-52	SHILLMAN
Femenino	4.8	4.2 - 5.6	14	12-16	42	37-47	
Masculino	5.4	4.5-6.2	16	14-18	46	40-52	MURRAY R.
Femenino	4.7	4.0-5.5	14	12-16	42	37-47	
Masculino	5	4.5-5.5	16	14-18	47	40-52	COLINA J.
Femenino	4.5	4.0-5.0	14	12-16	42	37-47	
Masculino	5.4		16	14-18	47	42-52	WINTROBE
Femenino	4.8		14	12-16	42	37-47	
Masculino		4.5-5.5	15	13-18		40-50	OMS, OPS
Femenino		4.0-5.0	13	11-16		37-43	
Masculino	5.4	4.5-6.3	16	14-18	47	42-52	HARRISON
Femenino	4.8	4,2-5,2	14	12-16	42	37-49	
Masculino	5.2	4.9-5.5	16	14-18			GOYTON
Femenino	4.7	4.4-5.0	14	12-16			
Masculino		4.0-6.0		12-16		37-53	WWW // instituto de analís clínica. Com.
Femenino		3.9-5.4		11.5-15.0		35-47	
Masculino				14-18		42-52	Williams Wilkin 1998
Femenino				12-16		36-47	
Masculino		4,2 -5.9		13-18		45-54	MASS GEN
Femenino		4.0-5,6		12-16		37-48	

Las cifras de la tabla 3 presentan una recopilación de una gama de valores establecidos por diferentes textos extranjeros y nacionales. Los valores promedio y límites de referencia de serie roja son similares a los que figuran para mujeres y varones.

Nuestros resultados serán analizados bajo las cifras estandarizadas que figura en la fila uno, porque los análisis de sangre fueron realizados en el Laboratorio de la ciudad de La Paz

3.2. ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS

Los índices Hematimétricos permiten estudiar en forma precisa la morfología celular de los eritrocitos, importantes para la clasificación de las anemias morfológicas. Las magnitudes conocidas por índices son las siguientes:

- Volumen corpuscular medio (VCM)
- Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)
- Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)

3.2.1. Volumen Corpuscular Medio

(VCM) *"Es una medida cuantitativa del volumen promedio de eritrocitos individuales expresados en micrometros cúbicos o femtolitros (fL=10-15L)"*²⁶ En las anemias macrocíticas aparecen incrementadas y en anemias microcíticas disminuidas. Se calcula a partir de esta formula:

$$\text{VCM} = \frac{\text{Hematocrito}(\%) \times 10}{\text{Eritrocitos } 1 \times 10^6 / \text{mm}^3}$$

3.2.2. Hemoglobina Corpuscular Media

HCM) *"medida cuantitativa de hemoglobina por eritrocito expresándose en picogramos (pg=10-12g)"*²⁷, Se halla valores aumentadas en las macrocíticas, y disminuidas en anemias hipocrómicas. También se calcula a partir de esta formula:

$$\text{HCM} = \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)} \times 10}{\text{Eritrocitos } 1 \times 10^6 / \text{mm}^3} =$$

BENINGTON, James. *Diccionario de Laboratorio*, p.1455
Ibid, p.673

3.2.3. Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

Es otra "medida cuantitativa de la concentración de hemoglobina en gramo por mililitro"⁸

$$\text{CHCM} = \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)} \times 100}{\text{Hematocrito \%}}$$

Los valores aumentados se comprueban en la esferocítica congénita, las anemias hipocrómicas revelan valores disminuidos.

En la siguiente tabla se expone valores de índices hemati métricos en forma conjunta en adultos, se basan en valores ya establecidos.

Tabla 4.- Rangos normales de índices hemati métricos, según diversos autores.

ÍNDICES HEMATIMETRICOS			AUTOR
VCM (fl)	HCM (pg)	CHCM (g/dl)	
80-100	27-31	32-36	LABORATORIO LA PAZ
83-97	27-31	32-36	HARRISON
80-100	26.4 - 34	31.5-35.8	BENINIGTON
80-99	27 -32	32-36	MURRAY R.
80-94	27-32	32-36	MASS GEN

En esta tabla existe la similitud de valores determinados por diferentes fuentes bibliográficas. Se toma como base, los datos de la fila 1 para nuestro estudio como última selección de muestra.

Ibidem, p.673

3.3. MÉTODOS PARA MEDICIONES DE LOS VALORES DE LA SERIE ROJA

Los métodos utilizados en el hemograma son usualmente por instrumentos automáticos, en la mayoría de los laboratorios ya no se utilizan los métodos manuales.

En esta sección sólo consideraremos las mediciones referentes a serie roja e índices celulares.

Los textos de técnicas de laboratorio describen las formas de mediciones automáticas y manuales, que se explica a continuación:

3.3.1. Por Autoanalizadores Electrónicos

La mayoría de los laboratorios disponen en la actualidad de instrumentos automáticos (Technicon, TOA, y Coulter Electronics), que permiten medir con un grado de fiabilidad elevado por la precisión, *"El límite de los valores normales con margen de 95% de con fiabilidad se encuentra en el reporte impreso."**⁹. La medición de los valores se lleva a cabo por uno de los dos métodos:

- Impedancia eléctrica de pulsos de voltaje (Método Coulter)
- Dispersión de luz o campo oscuro (Método electroóptico)

a) Impedancia Eléctrica

(Método Coulter) Fue descrito por Coulter en 1956 y es el más empleado de los sistemas automáticos. Se basa en la propiedad de que las células sanguíneas son poco conductoras de electricidad.

SHILLMAN, *ObCit.* P.40

El aparato automáticamente diluye la muestra en una solución salina conductora anticoagulada. Las células suspendidas en dilución se hacen pasar por un orificio de transductor (por dentro y fuera del orificio se dispone de electrodos de platino), a una velocidad fija para contar las células individuales. Cuando pasan las células, producen una caída momentánea en la conducción por generar resistencia en los electrodos que registra como un impulso. El número de impulsos corresponde directamente al recuento de eritrocitos y la amplitud del impulso es directamente proporcional al volumen celular (VCM). La hemoglobina es determinada en un proceso de destrucción de eritrocitos por reactivo lítico convirtiéndole en un pigmento estable que contiene cianuro, la confiabilidad equivale al método de cianuro de hemoglobina. El hematócrito se determina sumando el volumen electrónico de los eritrocitos, este método elimina el error que introduce el plasma atrapado en el hematócrito centrifugado, el resto de los valores (HCM, CHCM) se calcula automáticamente.

Las ventajas que ofrece este método son:

- Resultados fiables
- Operación fácil
- Ahorros de costo y tiempo
- Ocupa poco espacio en el laboratorio
- Los valores se estandarizan para una mayor exactitud.

Existen algunas limitaciones, que en ocasiones producen los artefactos que distorsionan la curva de distribución celular. Por lo que se toman en cuenta las siguientes condiciones:

- La intensidad de la corriente entre ambos electrodos debe ser suficientemente sensible para detectar la resistencia que genera la célula cuando atraviesa el

orificio de apertura. Si es demasiado elevada puede dañar las células y producir interferencias originadas por ruido electrotérmico.

- El diámetro del orificio de apertura debe estar en relación con el tamaño de las células que se analizan y perfectamente permeable. Los depósitos de proteínas y otras sustancias que se adhieren a los bordes del orificio reducen su tamaño e interfieren el recuento.
- La concentración de la suspensión analizada debe ser diluida adecuadamente para evitar el llamado error de coincidencia, se produce cuando varias células atraviesan el orificio de apertura simultáneamente. Este fenómeno ocurre cuando la concentración de células analizadas es muy elevada
- La concentración de la suspensión debe seguir una trayectoria uniforme por el centro de transductor, Si retrocede o bien pasa por los bordes del orificio, se generaran estímulos capaces de distorsionar la distribución celular, para minimizar estos factores se emplean tres procedimientos:El enfoque hidrodinámico, el barrido posterior de la cámara y la colocación del doble transductor.

b) Dispersión de Luz o Campo Oscuro

(Método electroóptico) Estos contadores brindan las mismas mediciones que la técnica de impedancia eléctrica. Se basa en la propiedad de las características de dispersión de luz.

Consiste en analizar la dispersión de luz producidas por la células desde dos dimensiones gracias a sensores situados en ángulos diferentes, para ello se valen de rayos láser o luz halógena como fuente de iluminación. Las células se hacen pasar individualmente a lo largo de la cámara de lectura sobre la que incide perpendicularmente un haz de luz, cada vez que una célula se interpone en el haz de luz se produce una sombra proyectada sobre un campo oscuro será analizada por los sensores. Las características de sombra o dispersión de

luz dependerán de tamaño, forma e índice de refracción de cada célula. Se detecta y se registra.

La intensidad de luz láser es más estable que la de luz halógena, por lo que los resultados son algo más precisos.

El empleo de este método presenta también limitaciones:

- Error de coincidencia,
- Enfoque hidrodinámico, limitación descrita en el método anterior.

3.3.2. Métodos Manuales

Se describen los siguientes métodos de medición:

a) Recuento de Eritrocitos

Para recuento de eritrocitos comprende el empleo de microscopio y una cámara de recuento (hemocitómetro), que consiste en una placa de vidrio con plataformas que sostienen un cubreobjetos graduado y que forma una cámara exactamente de 0,1 mm de profundidad. La muestra se diluye 1 en 200 con empleo de una pipeta. Se vierte el líquido en la cámara de manera que llene completamente y se deja que asienten las células. Los eritrocitos se cuentan en cinco cuadrados de 0,2 mm debido a que la dilución es 1 en 200 que equivale a 10^{-4} ul de sangre, de manera que el recuento se multiplica por 10.000 para obtener la cifra de eritrocitos por microlitro.

b) Medición de Hemoglobina

Para medir la concentración de hemoglobina comprenden:

- Cianuro de Hemoglobina o Cianometahemoglobina La sangre se diluye en líquido Drabkin, que destruye los eritrocitos y convierte la hemoglobina en cianometahemoglobina lo que se examina por medio de un espectrofotómetro o un colorímetro.
- Por medio de comparador de colores, la solución de ensayo se compara con una serie estandarizada de cristales de colores que indican la hemoglobina existente.
- Por el método de Sahli, la sangre se diluye con una solución acida y la hemoglobina se transforma en hemoglobina acida. El color de Sahli de ensayo se compara con el de un cristal de referencia.

c) Fracción de Volumen celular (hematocrito)

- Método-macroescala o wintrobe se centrifuga y se mide directamente al nivel de la columna graduada.
- Método microescala en el tubo capilar se centrifuga y se mide la columna de eritrocitos por medio de una escala especial.

d) Medición de Índices Hematimetricos

En los métodos manuales los índices se determinan a partir de las formulas, expuestas en pag. 26 y 27

4. VARIACIONES DE LOS VALORES DE REFERENCIA

Se mencionan los factores patológicos y fisiológicos que afectan con la disminución y aumento de los valores, El tener los conocimientos de ciertas patologías implican en la selección de la muestra "personas sanas".

4.1. VARIACIONES PATOLOGICAS

Las patologías frecuentes que causan alteraciones de los valores se mencionan en forma resumida en la tabla 4.

4.1.1. Anemias

"La anemia se define como la disminución de la concentración de hemoglobina (Hb) al menos en dos desviaciones estándar por debajo de la cifra normal estimada para un colectivo de individuos de la misma edad, sexo y condiciones medioambientales (menos de 14 g/dl en el varón adulto y menos de 12 g/dl en la mujer adulta), incluso dentro de los límites normales, puede indicar un proceso anémico."³⁰

Sin embargo en diferentes departamentos de nuestro país definen anemia en mujeres en relación con la altitud sobre el nivel del mar, por ejemplo a 420 msnm (Santa Cruz) de menos 11 g/dl de hemoglobina, a 3.600 msnm (La Paz), al hallazgo de menos 14 g/dl de hemoglobina.

³⁰ <http://www// Well.cometed.com./ Anemia.htm>

Tabla 5.- Patologías que alteran los valores de serie roja

Parámetro	Aumentado	Disminuido
Eritrocitos	<ul style="list-style-type: none"> - Poliglobulia primitiva o policitemia vera. - Enfermedades respiratorias, cardiacas - Cardiopatías congénitas cianosantes. - Hemoglobinopatías. - Grandes fumadores. - Patologías renales: riñón poliquístico, hidronefrosis, adenomas, hemangiomas, sarcomas, hipernefroma, glomerulonefritis, nefrótico, amiloidosis, nefrocalcinosis. - Síndromes paraneoplásicos: tumores renales, hepáticos, mamarios, otros. - Encefalitis, Parkinson. E idiopático. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anemias - Infecciones agudas y crónicas. - Leucemia. - Nefropatías. - Parasitosis.
Hemoglobina	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades cardiacas. ICC - Policitemia vera. - Hemoconcentraciones. - EPOC. - Alturas. - Grandes quemados. - Deshidratación. - Fármacos; gentamicina, metildopa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hemorragias. - Hemólisis. - Hemoglobinopatías. - Linfomas. - Enfermedades renales - Antibióticos, antineoplásicos, aspirina, indometacina, rifampicina, sulfamidas.
Hematocrito	<ul style="list-style-type: none"> - Poliglobulias. - Deshidratación. - Grandes quemados. - Enfermedades cardiacas. - Eclampsia. - Cirugía. - Diarreas severas. - Insuficiencia respiratoria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hipertiroidismo. - Cirrosis. - Reacciones de hemólisis. - Hemorragias. - Linfomas y leucemias. - Pseudoanemias por dilucion - Mieloma. - Hiperproteinemias.
Volumen corpuscular medio. (VCM)	<ul style="list-style-type: none"> - Anemias megaloblásticas: perniciosas, - Hepatopatías. - Hipotiroidismo. - Crisis hemolítica aguda. - Alcoholismo. - Tratamiento con antimetabolitos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anemias ferropénicas. - Talasemias.
Hemoglobina corpuscular media (HCM)	<ul style="list-style-type: none"> - Anemias por falta de ácido fólico. - Anemia aguda posthemorrágica. - Anemias hemolíticas. - Anemias carenciales por vitamina C. - Hepatopatías. - Mixedema. - Anemia aplásica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anemias ferropénicas. - Anemias sideroacréticas. - Hemocromatosis. - Hemosiderosis pulmonar.
HCM)	<ul style="list-style-type: none"> - Esferocitosis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anemia ferropénica y talasemia

Fuente: <http://www// Parámetros Hematológicos./ Com>

4.1.2. Eritrocitosis

En la clínica se sospecha cuando en el hombre la *"hemoglobina superior a 19 g/dl, hematócrito superior a 54% y en la mujer cifras de hemoglobina superior a de 18 g/dl y hematócrito superior a 49 %"*³¹

4.2. VARIACIONES FISIOLÓGICAS

Los valores de serie roja están sujetos a diversas modificaciones fisiológicas como edad, sexo, peso corporal, actividad física y especialmente la altura donde resida la persona.

4.2.1. Edad

Existe amplia gama de variaciones de los valores en la infancia, *"las altas concentraciones de fosfato inorgánico son el resultado del incremento de los eritrocitos."*³²

"Hasta pubertad los valores en ambos sexos son iguales a los de las mujeres adultas, A partir de este momento, la sangre de las mujeres experimenta ligeras modificaciones, pero en los varones sobreviene rápido aumento en el recuento eritrocítico, valor de la hemoglobina, y el volumen globular, hasta alcanzar cifras del hombre adulto"³³

Muchas investigaciones hallaron que después de la sexta década de la vida hay un descenso gradual de recuento eritrocítico, en el valor de la hemoglobina y en el volumen globular de individuos de ambos sexos,

4.2.2. Sexo.

La diferencia según sexo se conoce bien, ver la tabla 3,

[http://www. Anemia.com](http://www.Anemia.com).

¹²SHILLMAN, *Ob. Cit.* P.43

¹³WINTROBE, MaxWell. *Hematología*, p.70

"...no se determinó de manera terminante que exista una relación entre periodos menstruales y las fluctuaciones en las cifras de eritrocitos y de hemoglobina, pero algunos estudios atribuyen como una manifestación posible de hidremia que precede al comienzo de menstruación

Sugiere también, *"que la elevación de las cifras se debe al efecto estimulador de andrógenos sobre precursores eritroides"*³⁵

4.2.3. Peso.

*"En cuanto al peso corporal, estatura y superficie corpórea, el recuento eritrocitario y hematocrito tienden a elevarse en los individuos de mayor peso y estatura"*³⁶

4.2.4. Actividad Muscular

Sugieren que el ejercicio constituye un factor que contribuye al mantenimiento de un sistema hemapoyetico eficiente.

"han demostrado en personas deportistas, valores sanguíneos superiores a lo normal, en varones a menudo tiene una cuenta de eritrocitos de 5.5 millones por mm³ mientras en las personas asténicas pueden tener una cuenta de 4.5 millones por mm³

"El ejercicio demasiado intenso produce destrucción acelerada de eritrocitos y que a su vez estimula la eritropoyesis, comprobaron que después del ejercicio intenso existe reducción de cuenta eritrocítica y que con el reposo las cifras se normalizan."³⁸

³⁴ Ibid. p.70

³⁵ SHILLMAN, *ObCit.* p.43

³⁶ WINTROBE, *ObCit.* p.67

³⁷ GUYTON, Artur. *Fisiología humana*, p

³⁸ WINTROBE, *ObCit.* p.67

4.2.5. Factores Ambientales.

Tienen efecto importante sobre los niveles de serie roja: altitud msnm, se atribuye también clima y temperatura.

- Altitud, las variaciones de los valores serie roja se debe a cambios de presión barométrica. Se detalla en el subsiguiente capítulo.
- Clima y temperatura, algunos estudios describieron diferencias estacionales, con valores reducidos en las épocas calurosas.

WINTROBE menciona en su texto, la falta de color rozagante en las mejillas de personas que residen en regiones tropicales, subtropicales condujo a la impresión de que el clima tropical produce anemia fisiológica, posteriormente se demostró que este concepto es incorrecto, ya que en esos climas la sangre de los individuos contiene valores igual o mayor de eritrocitos y cantidades similares de hemoglobina de los que residen en zonas templadas.

4.2.6. Factores Psicológicos

"La excitación (emoción, miedo) puede producir aumento pasajero de los valores, por la acción de adrenalina. Se atribuyó a la redistribución de los glóbulos rojos dentro del sistema vascular y a la expulsión de las células secuestradas en el bazo"³⁹.

4.2.7. El Embarazo.-

"Las hormonas placentarias también pueden causar la disminución de la hemoglobina hasta cerca de 1 g/dl durante el segundo y tercer trimestre del embarazo y prestar amplias oscilaciones en el volumen de líquido extracelular que pueden hacer caídas incluso más pronunciadas"⁴⁰

WINTROBE. *ObCit.* p.67
SHILLMAN, *Ob Cii..pA3*

5. EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA ALTURA SOBRE LA SERIE ROJA

5.1. INTRODUCCIÓN

La *alteración* de los valores *causada* por este fenómeno natural es más pronunciada que los otros factores fisiológicos.

Este capítulo tiene el propósito de explicar los efectos de factores ambientales y respuestas que implican en el transporte del oxígeno cuando las personas son expuestas a diferentes altitudes sobre el nivel del mar tanto en fase aguda y crónica, aclimatación o en adaptación.

Para explicar el efecto y la respuesta se conceptualizan los siguientes términos que se usan a lo largo de la investigación: presión atmosférica, presión parcial de oxígeno, niveles de altura. Las respuestas: aguda, crónica, aclimatación y adaptación.

5.1.1. Presión Atmosférica o Barométrica (PB)

"Se define como peso de aire por unidad de superficie.⁴¹ se expresa en mmHg por un barómetro de mercurio La composición de aire se expone en la tabla 6.

5.1.2. Presión Parcial de Oxígeno (PO₂).

La presión parcial de oxígeno es una parte de la presión atmosférica.

5.1.3. Otros Factores Ambientales.

Temperatura, humedad, disminuyen con el ascenso de altitud.

⁴¹ <http://www//Of deportes. Com.. Año 2001>

5.1.4. Concepto de Respuesta Aguda y Crónica

"La respuesta aguda es la puesta en marcha de los mecanismos reguladores que se producen en el organismo como consecuencia de la exposición súbita a la altitud hasta el tercer día aproximadamente. Respuesta crónica, los cambios que se producen a partir de este

5.1.5. Aclimatación

"Es una adaptación fenotípica, se desarrolla en el transcurso de la vida humana. Son cambios reversibles que desaparecen al cesar el estímulo de hipoxia"⁴³

5.1.6. Adaptación

*"El desarrollo de características anatómicas y fisiológicas, son progresivos y genéticamente fijadas, y permanentes."*⁴⁴

Las respuestas dependerán a la vez del nivel de altitud donde esta expuesta la persona, Desde el punto de vista biológico se captan los siguientes límites, divididos de la siguiente manera:

5.1.7. Concepto de Niveles de Altitud

"Baja altitud, (hasta 1000 msnm.), en la que los individuos no sufren ninguna modificación fisiológica ni en reposo ni en ejercicio.
Media Altitud, (hasta 2000 msnm) afecta el rendimiento físico.
Alta Altitud, (hasta los 4000 msnm) se observan modificaciones fisiológicas en reposo, siendo muy acentuadas durante el ejercicio."⁴⁵

" WWW /Publice/ Fisiología del ejercicio/entrenamiento en la altura. Com.

¹³ <http://www//Ibid>

¹⁴ <http://7wwwz/lbiáem>.

¹⁵ <http://www// ídem>

Tabla 6.- Composición de aire atmosférico a nivel del mar

		Aire Atmosférico	
		(mmHg)	(%)
Nitrógeno	N ₂	597.0	(78.62)
Oxígeno	O	159.0	(20.84)
Dióxido de Carbono	CO ₂	0.3	(0.04)
Agua	H ₂ O	3.7	(0.50)
TOTAL		760.0	100%

Fuente: SHILLMAN (1998) p.546

En la columna de % de la tabla, la composición del aire atmosférico es exactamente la misma tanto en la altura como en la costa; lo que es diferente y que varía según la altitud es la presión parcial expresada en mmHg.

Los gases atmosféricos de importancia funcional en el organismo son el oxígeno y dióxido de carbono que compromete a la variación de los valores

5.2. DESCENSO DE PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO AMBIENTAL

Diversas investigaciones explican que cuando se asciende de altitud existe descenso de la presión atmosférica conforme disminuye la P_{O2} ambiental, como se puede observar en la tabla 7 parámetros de presión barométrica y presión parcial de oxígeno a diferentes altitudes en metros sobre el nivel del mar.

Tabla 7.- Descenso de Presión Barométrica (PB) y Presión Parcial de Oxígeno ambiental según ascenso metros de altura sobre el nivel del mar.

Altitud (m)	Presión Barométrica (mmHg)	Presión Parcial de O ₂
0	760	159.6
500	716	150.36
1000	674	141.54
1500	634	133.14
2000	596	125.16
2500	560	117.61
3000	525	110.25
3500	493	103.53
4000	462	97.02
5000	405	85.05

Fuente: A/S/MW *patología de altura/Com,*

A 500 msnm disminuye a 716 mmHg la PB y la P_{O₂} a 150 mmHg la disminución es mínima en relación a nivel del mar. Comparando con valores encontrados en "Santa Cruz a 420 msnm con Presión barométrica de 729 y presión parcial de oxígeno de 153 mmHg⁴⁶", son similares.

A 3500 msnm el descenso de las dos tensiones es mayor. Y comparados con los valores encontrados a 3600 msnm "presión barométrica de 500 mmHg y una presión parcial de oxígeno 105 mmHg.⁴⁷" son similares o menores, sin embargo debería ser mayor.

A la altitud de 1700 a 1900msnm (Coroico), con relación a la tabla considerando entre 1500-2000 msnm, se promedió los valores de ambas, con un valor de 620 mmHg para la PB y para la P_{O₂} un valor promedio de 129 mmHg.

⁴⁶ VARGAS, Enrique. *Anuario Instituto Boliviano Biológico de Altura (D3BA)* p.27

⁴⁷ COUDERT, *Anuario BBBA*, p. 109

5.3. EFECTO DE PRESIONES AMBIENTALES AL ORGANISMO

Las diversas investigaciones explican la disminución de la presión barométrica progresiva conforme subimos a mayores altitudes y disminuye la PO₂ del aire atmosférico luego la PO₂ alveolar por consiguiente desciende la PO₂ en sangre arterial y saturación de oxi-hemoglobina dando lugar a una hipoxia relativa y como respuesta aumenta los valores de eritrocito, hemoglobina, altera otros factores que facilitan el transporte.

Tabla 8.- Efecto de P_{O₂} ambiental sobre la P_{O₂} alveolar, arterial y sobre la saturación arterial de oxígeno a nivel del mar, 2000 msnm y a 3600 msnm

Altura	PB	P _{O₂}	PA _{O₂}	Pa _{O₂}	SaHb _{O₂}	PC _{O₂}	PAC _{O₂}	PaC _{O₂}	PvC _{O₂}
Costa	760	159	104	95-98	96-97%	0.3	40	40	45
2000 msnm	596	125	72	65	92			39.5	43
3000 msnm	500	104	63-66	60	87-90	0.2	30	30.5	34

Fuente. SHILLMAN (1998) p.593, MENENGHELLO, (1997), IBBA

PA_{O₂} = Presión parcial de oxígeno alveolar PAC_{O₂} = Presión parcial del CO₂ alveolar

Pa_{O₂} = Presión parcial de oxígeno arterial Pa C_{O₂} = Presión parcial del CO₂ arterial

SaHg_{O₂} = Saturación arterial de oxi-Hg PvC_{O₂} = Presión parcial del CO₂ venosa

5.3.1. Efecto Sobre Aire Alveolar

No tiene las mismas concentraciones de gases que el aire atmosférico, por varias razones:

- Se absorbe continuamente oxígeno del aire alveolar.
- El CO₂ está difundiendo constantemente desde la sangre pulmonar.
- El aire atmosférico seco en las vías respiratorias es humidificado antes de alcanzar los alvéolos, diluyendo la PO₂ y la disminuye.

Tabla 9.- Presiones parciales de los gases cuando entran a pulmones(a nivel del mar)

Elementos	Aire atmosférico		Aire Alveolar	
	(mmHg)	(%)	(mmHg)	(%)
N ₂	597.0	(78.62)	569.0	(74.9)
O	159.0	(20.84)	104.0	(13.6)
CO₂	0.3	(0.04)	40.0	(5,3)
H ₂ O	3.7	(0.50)	47.0	(6.2)
Total	760.0	(100%)	760.0	(100.%)

Fuente; GOYTON,(1998) P. 546

La disminución de PO₂ alveolar es acentuada con el ascenso de altitud, por ejemplo a 3600 metros de altura sobre el nivel del mar es 63-66 mmHg. como podemos ver en la siguiente tabla 10

Tabla 10.- Presión parcial de oxígeno ambiental y alveolar a 3600 msnm

Elementos	Aire Atmosfericio	Aire Alveolar
	(mmHg)	(mmHg)
O ₂	104	63-66
CO ₂	0.2	30

Fuente: SHÍLLMAN (1998), 593, MENEGHELLO,(1997) P.1343

En la tabla 8, a nivel del mar a la PO₂ ambiental de 159 mmHg la PO₂ en el aire alveolar es de 104 mmHg; sin embargo a 3600 msnm, desciende la PO₂ ambiental a 104 mmHg lo que conduce a una disminución de PAO₂ a 63 - 66 mmHg y esto es más acentuado cuando la altitud es mayor y la persona no está aclimatada, todo en función al descenso de presión barométrica y de presión parcial de oxígeno en el aire atmosférico. En caso del dióxido de carbono en la exposición a grandes altitudes, la PACO₂ desciende de 40 mmHg a cifras más bajas.

Para 1700-1850 msnm, consideramos P_{O_2} alveolar de 72 mmHg hallados a altura de 2000 msnm mencionada en la tabla 7.

El descenso de tensión alveolar afecta a la presión parcial de oxígeno arterial y esta a la saturación, lo cual es la causa fundamental de modificaciones fisiológicas de los valores de serie roja.

5.3.2. Efectos de Presión Arterial sobre la Saturación

La tabla 6 de la columna 6 se expone la saturación de oxígeno a hemoglobina, a nivel del mar, a 2000 m y a 3600 msnm.

- A nivel del mar en una persona sana, a tensiones normales, tanto en el ambiente, alveolar y arterial de 95 mmHg la saturación de oxígeno-hemoglobina arterial es 97 %, cantidad suficiente de oxígeno que requiere el organismo.
- A 3600 msnm (Ciudad de La Paz) la saturación arterial a una P_{O_2} a nivel arterial (de 60 mmHg), hemoglobina es saturada a 87-90 %, existe un 7 a 10% menos que la saturación normal
- Saturación arterial a 1700-1850 msnm (Coroico), a partir de los valores establecidos a 2000 msnm, se puede mencionar la cantidad posible de captación máxima de oxígeno a este nivel, una saturación de 92 % a P_{aO_2} de 72 mmHg sólo existe una disminución de 5% menos que la saturación normal a nivel del mar.

5.3.3. Efectos de la Saturación sobre los Valores.

Siendo la causa más importante o básica en la variación de valores de serie roja especialmente de la hemoglobina *"Hay aumento de hemoglobina de 1 g/dl por cada 3 a 4 de disminución en la saturación de oxígeno arterial."*⁴⁸. Una

⁴⁸ SHILLMAN, *Ob Cit.* p.42

disminución de saturación en sangre arterial da lugar a una hipoxia relativa generando respuestas fisiológicas: aumento de valores de serie roja, ejemplo al promedio de 15g /dl de hemoglobina aumentara 2 g/dl a 3600 msnm. Por la disminución de 7% de saturación

5.4. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS

5.4.1. Respuesta Fisiológica Aguda

1ra Respuesta, al nivel pulmonar, a la reducción de la PO_2 en el aire inspirado disminuye la P_{O_2} en la sangre arterial. *"Los quimiorreceptores situados en la aorta y en cuerpos carotídeos, al ser muy sensibles a los cambios en la presión de oxígeno en la sangre arterial, mandaran impulsos al centro respiratorio y como primera respuesta aumentaría la ventilación"*⁴⁹

2da Respuesta al nivel de hemodinamia, es el:

"Aumento del gasto cardíaco mediante aumento de la frecuencia cardíaca, fundamentalmente debido a un aumento de la actividad simpática solo se producirá en la respuesta aguda, ya que en estadías prolongadas, el gasto disminuye debido a una disminución del volumen sistólico..."⁵⁰

En esta fase aguda existe

"...una pérdida de volumen plasmático, que produce una hemoconcentración. Esta hipovolemia parece causada por una serie de factores entre los que se encuentran el aire frío y seco, que aumentará la pérdida insensible de agua por las vías respiratorias, asociada a la hiperventilación"⁵¹.

Otro efecto agudo es

<http://www//Publice/Fisiología del deporte. Entrenamiento en altura/htm>.

<http://vww//Ofdeportes. Com>.

<http://www//Piiblice/Fisiología del deporte Entrenamiento en la altura.htm>.

" El aumento de 2, 3 DFG, inmediatamente después de la llegada a la altitud. Este aumento producirá una disminución en la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, con lo que la curva se desplazará a la derecha, favoreciendo la liberación de O₂ a los tejidos"⁵²

5.4.2. Respuestas Crónicas

Cuando se prolonga la estadía en altitud se producen una serie de adaptaciones fisiológicas en el organismo, algunas iniciadas desde el primer momento y otras de aparición tardía encaminadas a compensar la menor presión de O₂ en el aire inspirado.

A nivel pulmonar

"la ventilación permanece aumentada durante toda la estadía en altura. Sin embargo las personas que nacen y viven en altura presentan una respuesta completamente diferente (adaptadas), pues tienden a hipoventilar y a mantener un menor gradiente alveolo-arterial de O₂, posiblemente debido a que tienen una mayor capacidad de difusión pulmonar y una mayor densidad capilar pulmonar"⁵³

A nivel hematológico

"Después de 3 a 6 días, el gasto cardíaco disminuye, tanto en reposo como en ejercicio debido a una disminución del volumen sistólico... Después de períodos muy largos de aclimatación el gasto puede acercarse a valores obtenidos a nivel del mar"⁵⁴

"El 2,3-DPG se mantiene elevado durante la estancia en altitud con desplazamiento de la curva de disociación a la derecha..."⁵⁵

⁵² http://www/grupo_huellom./entrenamiento_en_la_altura,htm

⁵³ <http://www/Ibid>

⁵⁴ <http://www/Ibidem>

⁵⁵ <htXp//www//Idem>

a) La producción de eritrocitos

"comienza durante la exposición aguda a partir de los 1500 metros (entre 3 a 5 días de estadía) se hace palpable a las dos semanas... El origen de esta producción es el estímulo que realiza la hipoxia al nivel renal..., Llega al punto máximo aproximadamente al mes... El volumen plasmático permanecerá disminuido durante aprox. dos meses."⁵⁶

Por esta causa fisiológica, del universo de la muestra se ha descartado a las personas que residen en Coroico por menos de 2 meses.

5.5. ACLIMATACIÓN DE GRANDES ALTURAS A BAJAS ALTURAS

Según Coudert,

"El hematocrito disminuye significativamente desde las primeras 24 horas a baja altura; la disminución es progresiva hasta el quinceavo día (15 día), momento en la cual de todas las maneras conserva un valor superior. De manera comparable desciende la concentración en hemoglobina y el número de los glóbulos rojos, pero estos parámetros alcanzan durante la tercera semana de aclimatación a baja altura. Mientras los índices hematimétricos no sufren ningún cambio"⁵⁷

*<http://www.grupo-huell.com/entrenamiento-en-la-altura.htm>
COUDERT, Anuario IBBA p.*

6. VALORES DE REFERENCIA PARA POBLACIONES DE: SANTA CRUZ, LAPAZ Y COROICO

6.1. HALLAZGOS DE VALORES DE REFERENCIA

Para cada población los datos que se consignan en la tabla 10, para el número de eritrocitos, cantidad de hemoglobina y contenido de volumen globular o hematócrito en personas sanas, se basan en análisis ya realizados.

Para la Altura de la ciudad de La Paz, los valores mencionados en la tabla son valores publicados por el Dpto. de Hematología del Instituto Boliviano de Biología de Altura (IBBA), fue efectuado en 387 hombres y 306 mujeres de 20 a 60 años de edad utilizando las medidas de media y desviación estándar, los resultados de este trabajo son similares a los valores encontrados por otros autores a la misma altura.

Para Santa Cruz, tenemos los resultados hematológicos publicado por el mismo instituto, utilizando las mismas técnicas de medidas, pero no menciona el número de individuos que fueron analizados

Sin embargo para la altura de Coroico existe un solo estudio realizado en 1997 efectuado en una población de 184 adultos sanos, como podemos observar en la tabla los valores de hemoglobina y hematócrito fueron inferiores a valores medias de Santa Cruz. Esta es la razón que nos condujo a determinar con más claridad las influencias que ejercen los factores sobre los valores de referencia y eliminarlas

Tomamos encuesta los datos de La Paz Y Santa Cruz para comparar nuestros resultados e interpretar las posibles diferencias

Tabla 11.- Valores promedios y rangos de referencia de la serie roja para poblaciones cruceña, coroiqueña y paceña según sexo

Sexo	Parámetro	Estadística	Santa Cruz (420 msnm)	Coroico (1700-1850m)	La Paz (3600msnm)
Femenino	Eritrocitos (10 ⁶ mm ³)	X	4.7		5.27
		DE	+0.30		+0.31
		2DE	4.1 - 5.3		4.65 - 5.89
	Hemoglobina (g/dl)	X	14	12.5	15.93
		DE	+1		+1.17
		2DE	12 - 16		13.59 - 18.27
	Hematocrito (%)	X	42	39	48.6
		DE	+2.5		+2.87
		2DE	36 - 47		42.86 - 54.34
Masculino	Eritrocito (10 ⁶ mm ³)	X	5.2		5.8
		DE	+0.31		+0.37
		2DE	4.58 - 5.81		5.06 - 6.54
	Hemoglobina (g/dl)	X	16	14	17.18
		DE	+1		+1.19
		2DE	14-18		14.8-19.56
	Hematocrito (%)	X	47	44	53.38
		DE	+2.5		+3.38
		2DE	42 - 52		46.62 - 60.14

Rodríguez A.(1989). Quintela A, (1990)

Sus características ambientales de cada población tenemos los siguientes datos:

Tabla 12.- Características Ambientales

CARACTERISTICAS	SANTA CRUZ	COROICO	LA PAZ
Altura (msnm)	420	1700 (1850)	3600
Presión Barométrica (mmHg)	729	620	500
Presión Parcial de Oxígeno (mmHg)	153	129	63 a 66
Temperatura (°C)	10 a 35 X = 22.5	17 a 23	X = 16
Humedad (%)	43 a 81 X = 63	80	37 a 46 X=42
Topografía	Llanuras	Accidentaria	Hoyada

Fuente: COUDERT, etaí. (1979). ÍNE/MDSP/&COSUDE/ (1999),

Coroico es la primera sección de la provincia Nor Yungas del departamento de La Paz, con una población de 12.317 habitantes, la capital de Coroico se encuentra a 90 Km. de la ciudad de La Paz, la localidad de Carmen Pampa a 15 Km. de Coroico. Su clima es semicálido, con una temperatura promedio anual de 23oC, humedad relativa de 80%. Su topografía es accidentada

Con respecto a la altura, Coroico esta a 1700 msnm y la localidad de Carmen pampa a 1850 msnm. aproximadamente

7. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Los valores promedio y límites de referencia para el recuento eritrocitario, concentración de la hemoglobina y hematócrito en personas sanas de 15 a 60 años de edad que habitan entre 1700 a 1850 msnm, los valores con sus propias variaciones fisiológicas son:

Mayores a valores establecidos para la población de la ciudad de Santa Cruz, situada a 420 msnm, y significativamente diferente. (Ha)

Menores con relación a valores de referencia para la población de ciudad de La Paz y significativamente diferente. (Ha)

8. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

8.1. VARIABLE DEPENDIENTE

8.1.1. Valores de Referencia de serie roja

Se refieren a la concentración de hemoglobina, volumen de la masa eritrocitaria (hematócrito) y número de eritrocitos en una muestra sanguínea; que son importantes en el diagnóstico clínico de anemias. Las mismas serán determinadas por método COULTER en Laboratorio La Paz.

8.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

8.2.1. Altura de 1700-1850 metros sobre el nivel del mar (msnm)

Es un factor ambiental que delimita los valores de referencia de serie roja debido a la disminución de la presión barométrica conforme desciende la presión parcial de oxígeno en el ambiente (PO₂) causando un aporte de oxígeno deficiente, y como respuesta existe aumento de serie eritrocitaria para compensar y mejorar la oxigenación celular.

8.3. VARIABLE INTERVINIENTE

8.3.1. personas "sanas"

Comprendida entre 15-60 años.- En este estudio personas "sanas" consideraremos sujetos sin alteración patológica de los sistemas que afectan a la producción, anatomía, fisiología de serie eritrocitaria mediante exámenes complementarios y factores ambientales.

8.3.2. Edad, Sexo y peso

Son variables que intervienen en la variación fisiológica de los valores de referencia de la serie roja. Siendo mayores los valores en las personas de sexo masculino.

8.3.3. Actividad Física.

En este estudio se tomara dos grupos de personas:

- Físicamente activos.- Son personas que están con movimiento enérgico
- Con vida sedentaria.- Son personas que no presentan un desgaste enérgico

9. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA
VALORES DE SERIE ROJA <ul style="list-style-type: none"> • Hemoglobina • Eritrocitos • Hematocrito 	VARIACION 1.Fisiológica 1.1Edad y sexo	1.1 a) Femenino:	Valores promedio y limites
		15-24a	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%
		25 – 34a	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%
		35 – 44a	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Hto.....%
		45- 60 a	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%
		1.1b)Masculino	Hb.....g/dl
		15 – 24a	GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%
		21 – 30a	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%
		31-44	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%
		45 – 60 a	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%
	1.2 Según peso	1.2 A) bajo Femenino	Hb.....g/dl GR..... 10^6 mm ³ Ht.....%

		Masculino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
		1.2b)Adecuado	
		Femenino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
		Masculino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
		1.2c)Sobre Peso	
		Femenino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
		Masculino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
	1.3 Actividad fisica	1.3.a) Activo	
		Femenino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
		Masculino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
		1.3.b) Sedentaria	
		Femenino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
		Masculino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%

VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA
ALTURA Metros sobre el nivel del mar (msnm)	1. Santa Cruz (420 msnm)	1.1 a) PB 1.2 b) PO2 aire 1.3 c)PAO2 alv. 1.4 d)PaO2 art. 1.5 e)Sa Hb-O2	729.mmHg 153 mmHg 103 .mmHg 95-98 mmHg 96-97%
	1.1.Presiones		Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
	1.2 Valores de Serie Roja	Femenino Masculino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
	2. Coroico 1700-1900msnm	1.1PB 1.2PO2 aire 1.3PAO2 alv 1.4 PaO2 art 1.5 Sa Hb-O2mmHgmmHgmmHgmmHg %
	2.1Presiones parciales		Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
	2.2 Valores de Serie Roja	Femenino Masculino	Hb.....g/dl GR.....10 ⁶ mm ³ Ht.....%
	La Paz (3600msnm)	3.1. a) PB 3.1.b) PO2 aire 3.1.c)PAO2 alv. 3.1.d)PaO2 art.mmHgmmHgmmHgmmHg
	3.1. Presiones	3.1.c)Sa Hb-O2 %

PERSONAS SANAS	Parciales	Femenino	Hb.....g/dl GR.....Mmm3 Ht.....%
	3.2.Valores de referencia	Masculino	Hb.....g/dl GR..... Mmm3 Ht.....%
	Clínica	Antecedentes	Sin antecedente patologico
		Exámen físico	Sano
	Exámenes Com- plementarios	Electrocardiograma.	No Cardiopatías
		EGO	Sin patologías crónicas
Coproparasitológico		Sin parásitos productores de anemias.	
	HEMOGRAMA	Sin anemias microcíticas ni macrocíticas	

CAPÍTULO III.

DISEÑO METODOLÓGICO

1. TIPO DE ESTUDIO.

La presente investigación, de acuerdo a las características de la hipótesis formulada y los objetivos propios de la investigación, ha sido enmarcada dentro los siguientes puntos:

1.1. SEGÚN EL TIEMPO DE OCURRENCIA DE HECHOS Y REGISTRO DE INFORMACIÓN

- Prospectivo; se considera por la recolección de datos durante el transcurso de tiempo comprendido entre junio y noviembre del 2001.

1.2. SEGÚN EL PERIODO Y SECUENCIA DEL ESTUDIO

- De corte transversal, por que se recolectan datos en un solo tiempo, de junio a noviembre.

1.3. SEGÚN CONTROL DE LAS VARIABLES

- Cohortes, por que solamente se controla, las variables dependientes

1.4. SEGÚN ANÁLISIS Y ALCANCE DE RESULTADOS

- Descriptivo cuantitativo, por que se trata de determinar los valores numéricos de las variables de la serie roja con relación a la altura msnm, la cual ocurre en forma natural. La altura en msnm es una variable ambiental que no se puede controlar o manipular.

Por lo tanto se aplicará la estadística descriptiva requerida: en primer lugar a la muestra deseada (personas sanas) obtenida por niveles de selección

y/o por correlación clínica laboratorial; se procederá a revisar, ordenar y tabular los datos importantes en el estudio: sexo, edad, peso y tipo de actividad física; luego se hallará el coeficiente de Correlación para interpretar y verificar si existe o no variaciones con respecto a datos fisiológicos, Una vez hallados dichos resultados, para verificar la hipótesis se procederá a definir en conjunto por sexo los valores promedios con la media aritmética y los límites de referencia con 2 desviación estándar a cada lado de la media. Según teorema de TEHEBYSCHER; aproximadamente el 95% de los datos estarán dentro de +- 2 DE de su media, por tanto la mayoría de las observaciones se centraran en el intervalo de media -2 DE y +2DE.

Finalmente se usara la estadística inferencial con la prueba estadística "Z", para comparar y probar si existe o no diferencia significativa con relación a valores de la Ciudad de La Paz y Santa Cruz, usando el 5% (0.05) como nivel de significancia.

Fórmula de la Prueba "Z"

$$z = \frac{x_1 - x_2}{\sigma \sqrt{n}}$$

Donde la X_1 es la media de la población estudiada y X_2 de población de comparación (ciudad de La Paz y Santa Cruz), σ como **desviación estándar de la muestra estimado**, y N el tamaño de la muestra.

Fuente: Caballero Wilfredo. (1999)

2. UNIVERSO Y MUESTRA

2.1. UNIVERSO

El universo esta conformado por un total de 545 personas que pertenece a las siguientes instituciones:

- Estudiantes de Colegio guerrilleros Lanza.(Coroico)
- Universitarios de la Unidad Académica Campesina de Carmen Pampa (Carmen Pampa)
- Personal de Hospital Universitario General de los Yungas (Coroico)
- Personal de la Alcaldía (Coroico)
- Personal de PRODEM. (Coroico)

Considerando que en este estudio se incluyeron solo a las personas adaptadas a la zona por mas de 2 meses, comprendidas entre 15 y 60 años de edad, de ambos sexos, y sin patología aparente, los cuales a lo largo de la investigación serán denominados personas "sanas".

Se toma a las personas de estas instituciones por contar con los siguientes requisitos necesarios para llevar acabo la presente investigación;

- Nivel socio económico medio
- Grado de educación superior
- Estado nutricional aparentemente bueno

2.2. MUESTRA

La muestra estará conformada por personas sanas, de ambos sexos, filtradas por tres niveles selección:

a) Valoración Clínica

b) Examen de electrocardiograma

c) Laboratorio; Examen General de Orina, Coproparasitología, y Hemograma Completo

Estadísticamente el tamaño poblacional consiste de 225 personas según la fórmula de:

$$\frac{Z(p * q)}{E(N - 1)Z(p * q)}$$

n = muestra

N = Población Total

Z = 1.96 Desviación Estándar

E = 5% error estándar de la muestra

P = 50% probabilidad de que ocurra un evento

Q = 50% probabilidad a que no ocurra un evento

Fuente: ERICK Loet, 1999

2.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

Cada una de las personas sanas que, habiendo sido sometido a los tres niveles de selección mencionados han resultado ser una persona "sana".

3. TIPO DE MUESTREO

3.1. NO PROBABILÍSTICO POR OBJETIVOS

Se denomina así por la obtención de la muestra bajo ciertas condiciones necesarias para determinar los resultados más precisos y significativos de la serie roja.

3.2. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .

Cada persona será sometida a la selección mediante una historia clínica, (instrumento elaborado exclusivamente para el trabajo de investigación. Ver anexos) con el fin de precisar cualquier variable que pueda influir en los valores

a ser obtenidos de la serie roja. La selección de personas se recolectan por los siguientes pasos:

1. Filiación y antecedentes: mediante entrevista y encuesta orientada a descartar cualquier factor que influya sobre las variables de la serie roja; por ejemplo se excluye a personas con un tiempo de aclimatación de menos de dos meses. La filiación y examen físico serán realizados en cada institución.
2. Examen Físico: se eliminará a los individuos cuya salud es dudosa con relación a patologías causantes de anemia.
3. Los exámenes de laboratorio: se excluirá personas portadores de parasitosis intestinal productoras de anemia como: Necator Americans, Anchilostoma Duodenal y trichuris, que causan anemia pero si los resultados reportan parasitosis intestinal no productoras de anemia como: áscarisis, giardiasis incluso trichuriasis, si el hemograma reporta sano mediante los índices hematimétricos el sujeto no se excluirá del estudio.
4. Examen General de Orina: Lo mismo que el paso 4, para excluir o no a personas con patología renal crónica que tenga alguna alteración que pueda influir al factor hemático. Los exámenes de orina y copro-parasitológico serán realizados luego del examen clínico en el laboratorio del Hospital General de los Yungas.
5. Electro-cardiograma: se excluirá a las personas que tengan cualquier patología cardiaca

6. Después de clasificar a las personas como sanas mediante los cinco pasos mencionados, con el examen de sangre como último paso de selección en base de índices hematimétricos se excluirá a las personas con anemia. Para el siguiente paso se procederá de la siguiente manera:

- Muestra sanguínea.- Las muestras serán obtenidas en tubos vacutainer de 5 ml, anticoagulada, e enviadas al Laboratorio La Paz en un portador de muestras. Cada muestra será identificada por número y nombre.
- Análisis de sangre, las muestras serán procesadas en el Laboratorio La Paz de la ciudad de La Paz mediante método COULTER (Contador Hematológico Coulter modelo serie MD)
- Los índices hematimétricos serán usados para descartar las personas con anemias micrócíticas y macrócíticas.

4. RECURSOS.

4.1. RECURSO HUMANO:

- Las personas de las cinco instituciones sometidas a la selección.
- Personal de Laboratorio La Paz
- Personal de Laboratorio de Hospital General de los Yungas
- Médico especialista en Lecturas Electrocardiográficas
- Investigadora

4.2. MATERIALES

4.2.1. Material de escritorio

Historias Clínicas y formularios de registro para Hemograma completo, Coproparasitología, EGO, y Electrocardiograma

4.2.2. Equipos e instrumentos

- Hemograma Completo: Contador Hematológico COULTER, Tubos Vacutainer, agujas Vacutainer y transportador termoaislado.
- Electrocardiograma: Equipo de electrocardiograma, papel de electrocardiograma, alcohol y torundas.
- Coproparasitología: Microscopio, portaobjetos y cubreobjetos. Soluciones alcohol y lugol
- Examen General de la Orina: Tiras de URITEST

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 13.- Distribución de la Población total por sexo según instituciones.
Coroico -2001

INSTITUCIÓN	POBLACION				TOTAL	
	Femenino		masculino		N	%
	n	%	n	%		
• UAC- Carmen Pampa	152	27.88	155	28.44	307	53.33
• Colegio Guerrilleros Lanza	82	15.04	77	14.13	159	29.17
• Personal Hospital General de los Yungas	26	4.77	27	4.95	53	9.72
• Personal de Alcaldía	7	1.28	15	2.75	22	4.03
• Personal de PRODEM	2	0.36	2	0.36	4	0.72
TOTAL	269	49.37	276	50.64	545	100

ANÁLISIS

De una población total de 545 personas, EL 53.33 % son universitarios de Unidad Académica Campesina de Carmen Pampa, luego los estudiantes del colegio Guerrilleros Lanza con un 29.17%. el resto de las instituciones cuentan con % menores.

Por lo tanto la población esta constituida en su mayoría por personas jóvenes, lo que aumenta la confiabilidad en obtener una muestra deseada.

Tabla 14.- Selección de personas "sanas". Coroico - Nor Yungas, 2001

INST	POBLACION ESTUDIADA			ENFERMOS Y OTROS FACTORES									"SANOS"		
	F	M	T	A		E		C		E.I			F	M	T
				F	M	F	M	F	M	F	M	T			
*uac-cp	85	76	161	8	4	-	4	3	4	18	22	63	56	43	98
*Colegio	53	49	102	8	2	-	2	3	4	5	6	30	37	34	72
*H.G.H	19	14	33	2		-	2	-	1	2	2	9	15	9	24
*Alcaldía	7	14	21	-	-	-	-	1		-	2	3	5	13	18
*PRODEM	1	1	2	-	-	-	-	-		-	-	-	1	1	2
TOTAL	165	154	319	18	6	-	8	7	9	25	32	105	114	100	214

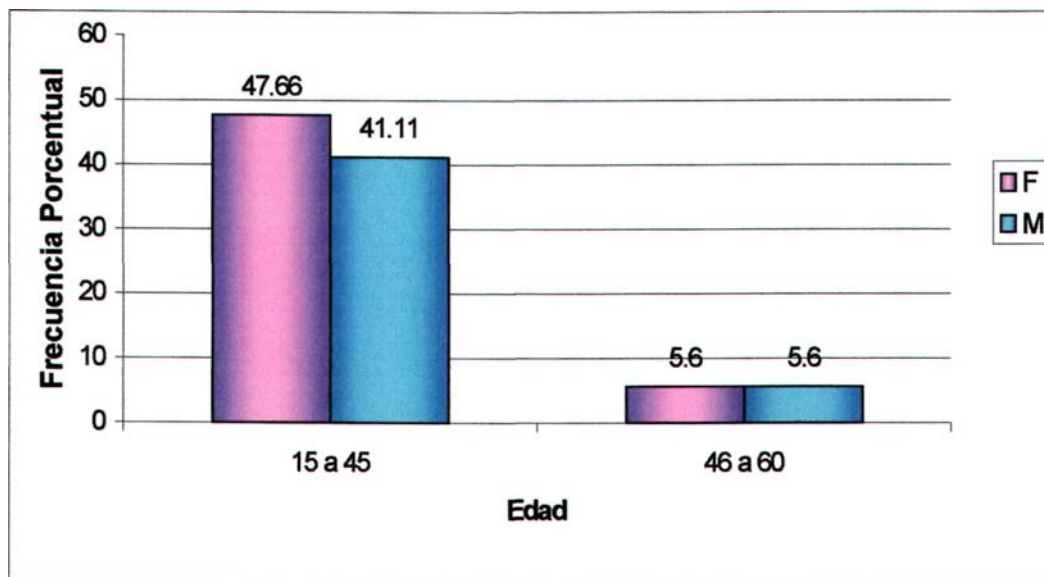
A= Anemia E= Eritrocitosis C= Cardiopatías E. I.= Examen Incompleto y otros

ANÁLISIS

Del total de la población (319 personas) estudiadas, 214 personas resultaron sana, 114 de sexo femenino y 100 de sexo masculino. 105 personas fueron excluidas de la muestra por presentar factores que alteran los valores, incluso personas que no tenían exámenes complementarios, especialmente examen electrocardiográfico.

Con tales resultados la muestra es representativa para interpretar y hacer inferencias a las poblaciones que se encuentran a alturas intermedias ya que estadísticamente la población muestral consiste de 225 personas.

Figura III.- Distribución de la población estudiada según edad y sexo. Coroico, gestión 2001

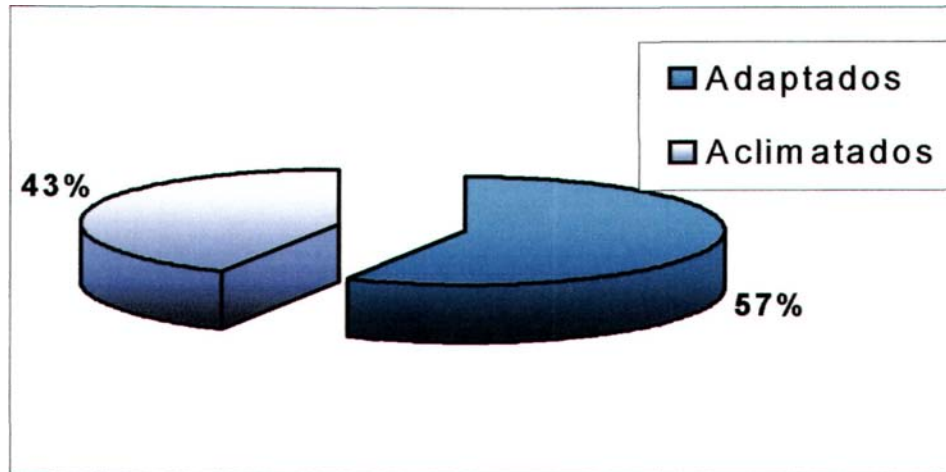


ANÁLISIS:

El 88.78 % de las personas se encuentra en el grupo cuya edad oscila entre los 15 a 45 años, con promedio de 24 años de edad, Este grupo etáreo representa a un total de 190 personas, el 47.66% corresponde al sexo femenino y 41.11% al sexo masculino. Sin embargo el porcentaje más bajo corresponde a adultos de 46 a 60 años, con un 5.6 % (6 personas) de sexo femenino, y 5.6 % de sexo masculino.

Tales resultados nos favorece en interpretar los resultados finales más confiables, ya que las personas jóvenes tienen mejor condición de salud mejor que las personas de edad adulta o senil.

Figura IV.- Distribución de la población estudiada según adaptación y aclimatación a la altura de 1700 a 1850 msnm. Coroico 2001

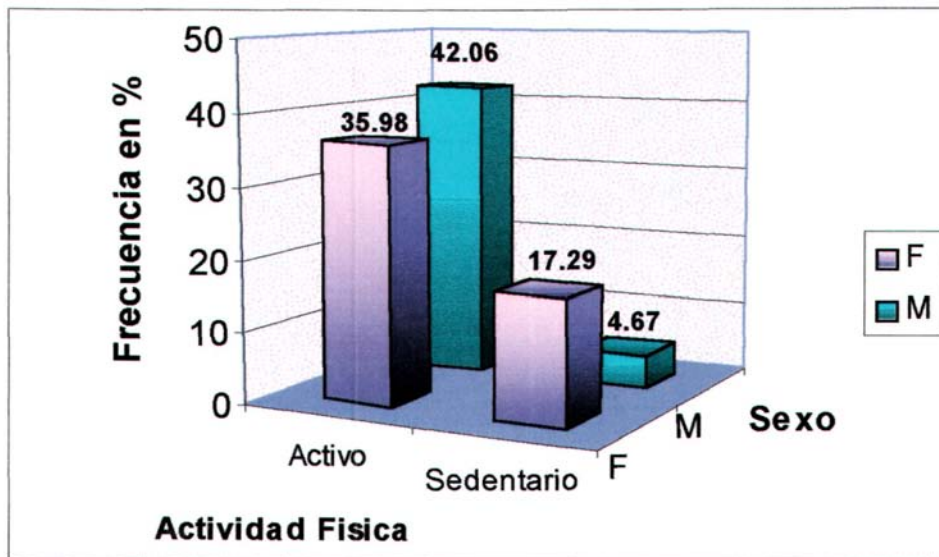


ANÁLISIS:

El mayor porcentaje nos sugiere que la mayoría de las personas son nacidos en poblaciones entre 1000 y 2000 msnm (adaptados) teniendo un total de 123 (57%) personas de ambos sexos, especialmente procedentes de Coroico (1700 msnm) y Carmen Pampa (1850 msnm). Y en un porcentaje menor son personas que han nacido en poblaciones a menos de 1000 msnm y por encima de 2000 msnm.

La importancia radica en realizar el estudio en personas con las mismas características físicas y fisiológicas adaptadas con relación a la función pulmonar y hemodinámica.

Figura V.- Distribución de la población de estudio según el tipo de actividad física. Coroico - Nor Yungas, 2001

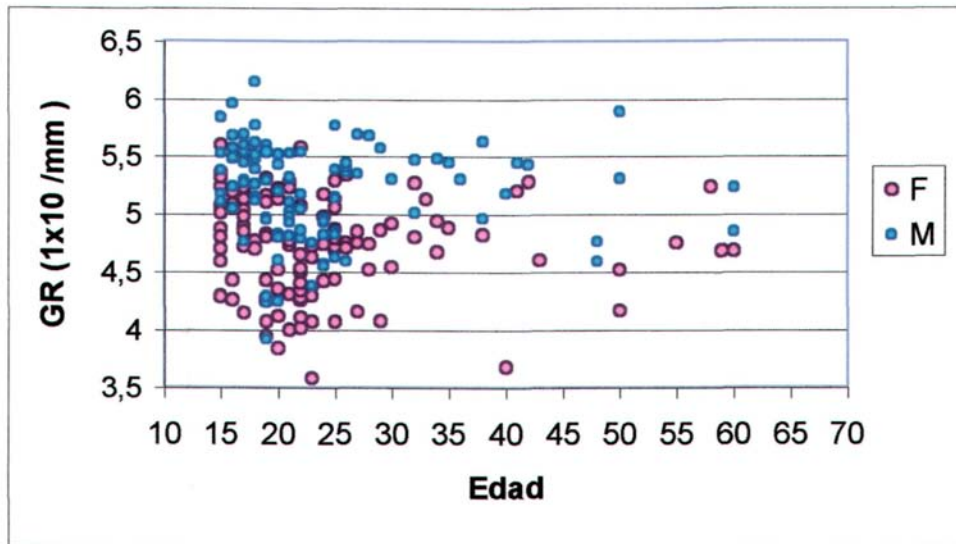


ANÁLISIS

El mayor número de las personas son físicamente activas con predominio del sexo masculino con 42.06 % y 35.98 % de sexo femenino. El 21.96% (47 personas) llevan una vida sedentaria por factores laborales, de este grupo el 17.29% corresponde al sexo femenino y 4.67 % de sexo masculino.

Estos datos nos demuestran que el mayor porcentaje de la población de estudio se encuentra en condiciones físicas óptimas para una eficiente producción hematopoyética.

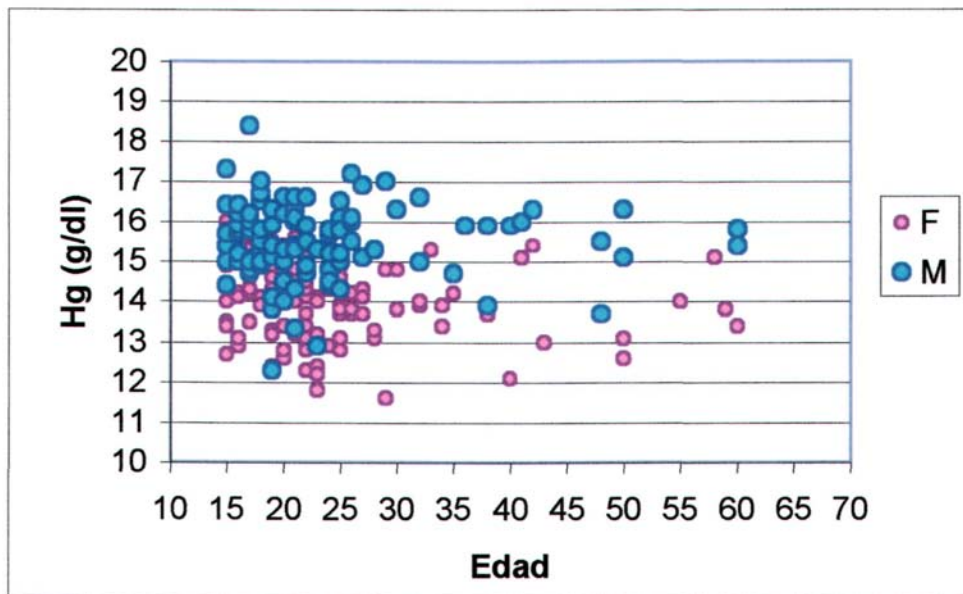
Figura VI.- Dispersión de eritrocitos individuales por edad y sexo



ANÁLISIS:

Se observa nítida diferencia según sexo, los valores de eritrocitos son mayores en personas de sexo masculino. Los valores individuales presentados según edad se observan mayor entre 15 a 20 y más de 25 años de edad y menor entre 20 a 25 años. Pero estadísticamente no existen una correlación lineal positiva ni negativa

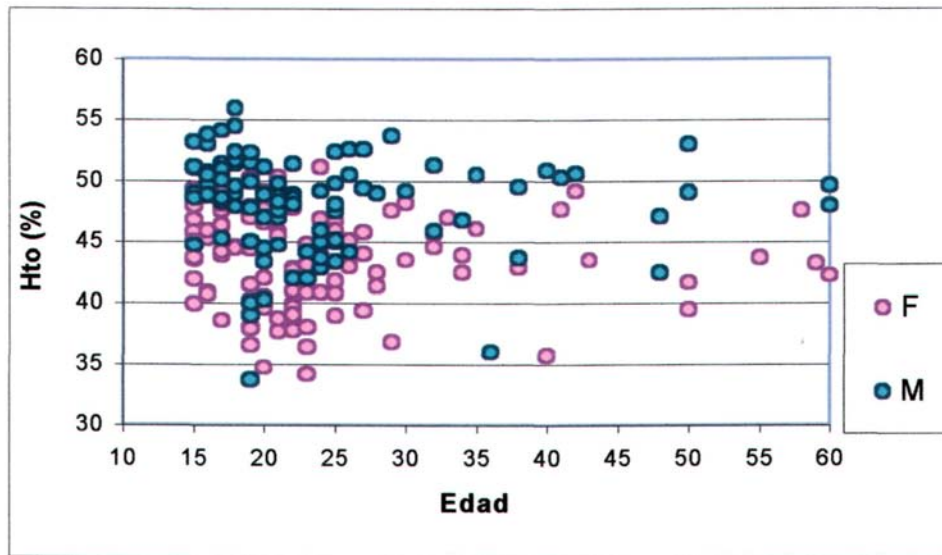
Figura VII- Dispersión individual de valores de hemoglobina según edad y sexo



ANÁLISIS.

Se observa una relación negativa mínima o nada entre 20 a 24 años de edad tanto en varones como en mujeres. Presentando mayores valores en varones con relación a mujeres.

Figura VIII.- Dispersión individual de hematócrito según edad y sexo.



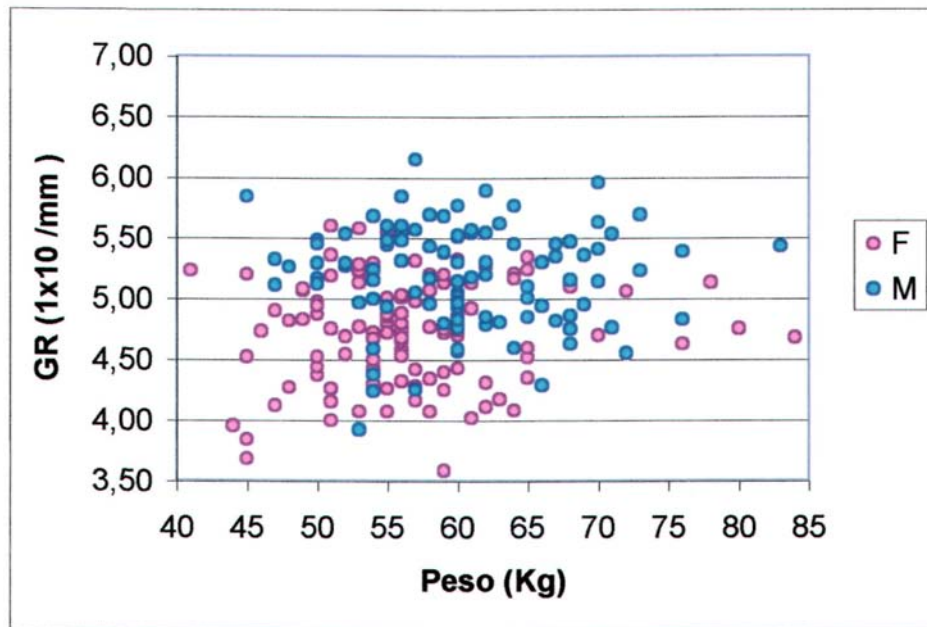
ANÁLISIS:

Se observa de igual forma que los valores de eritrocitos y hemoglobina, con una correlación negativa mínima entre 15 a 24 años de edad. En forma conjunta no existe correlación significativa

Los tres valores de serie roja demostrados por diferentes literaturas de Hematología en una población de 18 a 60 años de edad son similares a los del presente estudio que abarca a partir de 15 años.

Estos resultados nos permitirán presentar con cierta seguridad en determinar y definir los rangos de los valores para personas adulto joven y adulto intermedio en poblaciones de alturas intermedias

Figura IX.- Dispersión individual de eritrocitos según peso y sexo. Coroico
2001

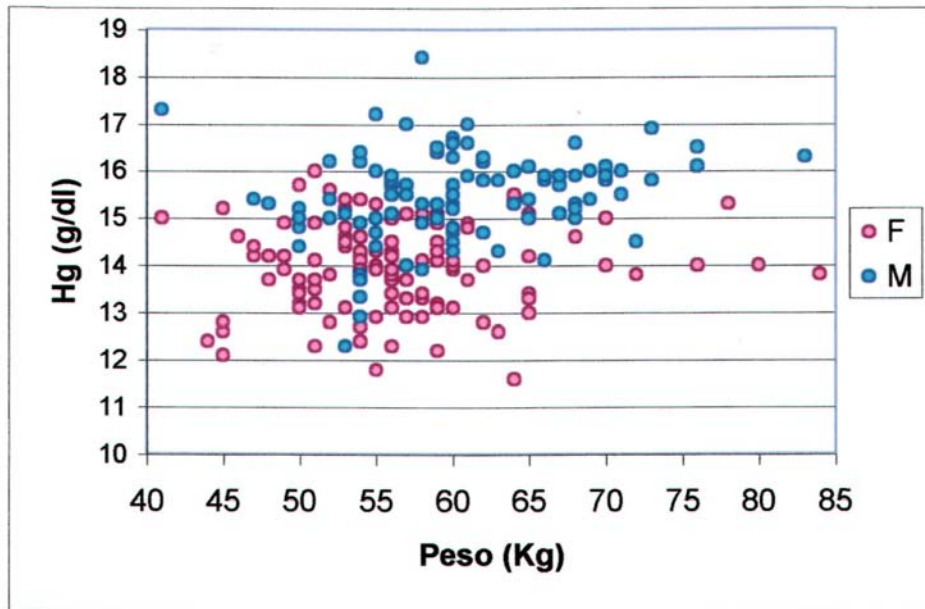


ANÁLISIS

Los valores de eritrocitos son significativamente menores en las mujeres respecto a los varones.

El peso no influye sobre el número de eritrocitos. No se demostró una correlación del peso con eritrocitos tanto en mujeres y varones

Figura X.- Dispersión individual de valores de hemoglobina según peso y sexo.
Coroico 2001

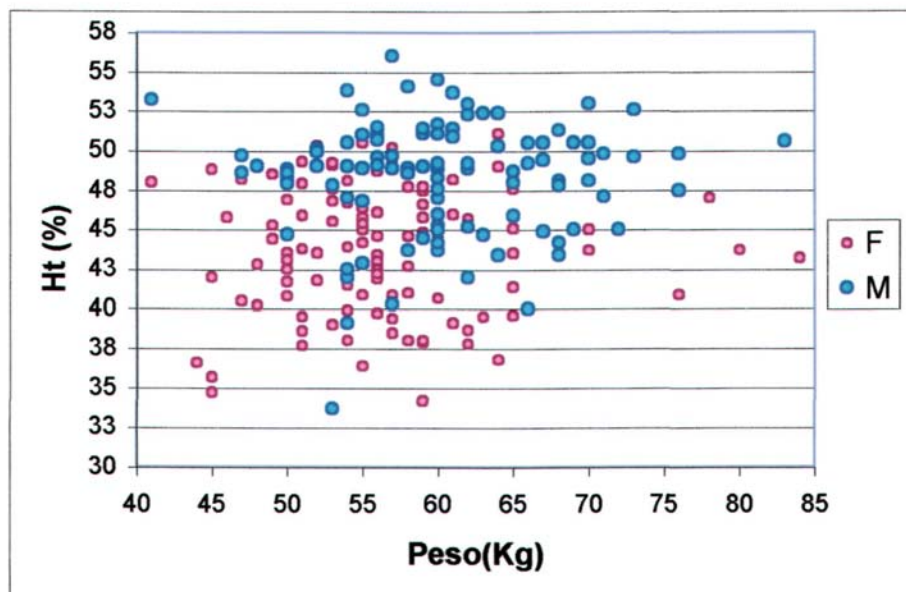


ANÁLISIS:

Al igual que eritrocitos no se observan una relación significativa de los valores de hemoglobina con el peso, Como podemos observar claramente en la figura, una persona que pesa 65 Kg. tiene un valor inferior que a una que pesa 43 Kg., en mujeres como en varones.

Con respecto a sexo, los valores son mayores en los varones que en las mujeres.

Figura XI.- Dispersión Individual de valores de hematocrito según peso y sexo.
Coroico2001.



ANÁLISIS

En esta figura no se observa una relación positiva ni negativa al coeficiente de correlación en ambos sexos, demostrando siempre la diferencia significativa según el sexo.

En los resultados de las Figuras 7, 8 y 9, se puede ver que el peso no influye de ninguna manera a los tres parámetros de serie roja y estadísticamente se comprueba la correlación no significativa.

Estos resultados nos permitirá presentar los resultados finales en forma conjunta.

Tabla 15.- Coeficiente de Correlación de los valores de Serie Roja con los datos fisiológicos, en personas de sexo femenino y masculino, Coroico 2001

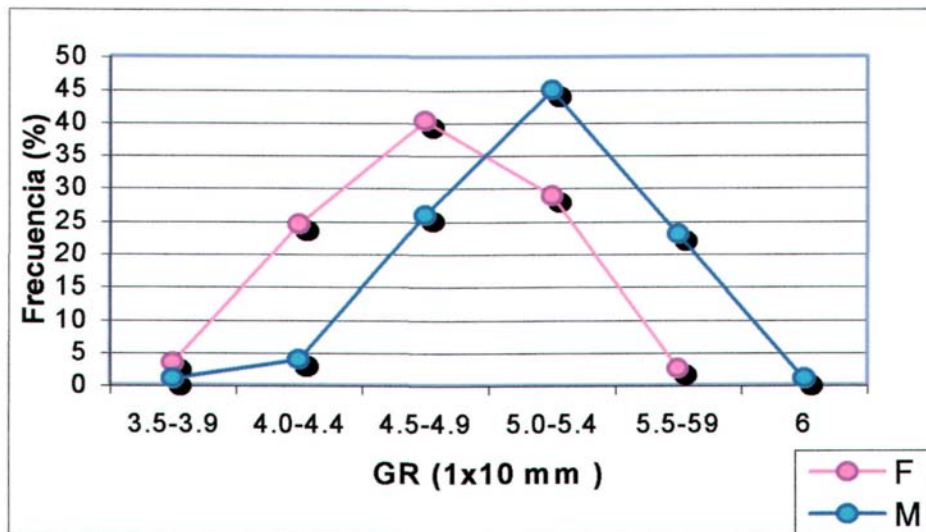
Femenino	<i>Edad</i>	<i>Peso</i>	<i>Actividad Física.</i>
Eritrocitos	-0.064148*	0.072729	0.050058*
Hemoglobina	-0.156264*	0.059276*	-0.034882*
Hematocrito	-0.091528	0.045815	0.009132
Masculino	<i>Edad</i>	<i>Peso</i>	<i>Actividad Física</i>
Eritrocitos	-0.062271*	-0.050288*	0.101356*
Hemoglobina	-0.005532*	0.241712*	0.134407*
Hematócrito	-0.017822*	0.040797*	0.157957*

ANÁLISIS

Se confirma lo expuesto anteriormente; los valores de serie roja no tienen ninguna relación con los datos fisiológicos: edad, peso y se demuestra una escasísima relación negativa o nada de relación con la actividad física.

Por todo lo expuesto hasta ahora deducimos que la edad, peso y el tipo de actividad física activa y/o sedentaria no ejercen influencia sobre los valores de la serie roja. Sin embargo según sexo gráficamente se observó diferencias y estadísticamente altamente significativa (análisis de varianza), por eso se tomará en cuenta solamente el sexo para presentar los resultados finales a continuación.

Figura XII.- Curva de Distribución de Frecuencia Porcentual Acumulada del número de eritrocitos según sexo. Coroico 2001

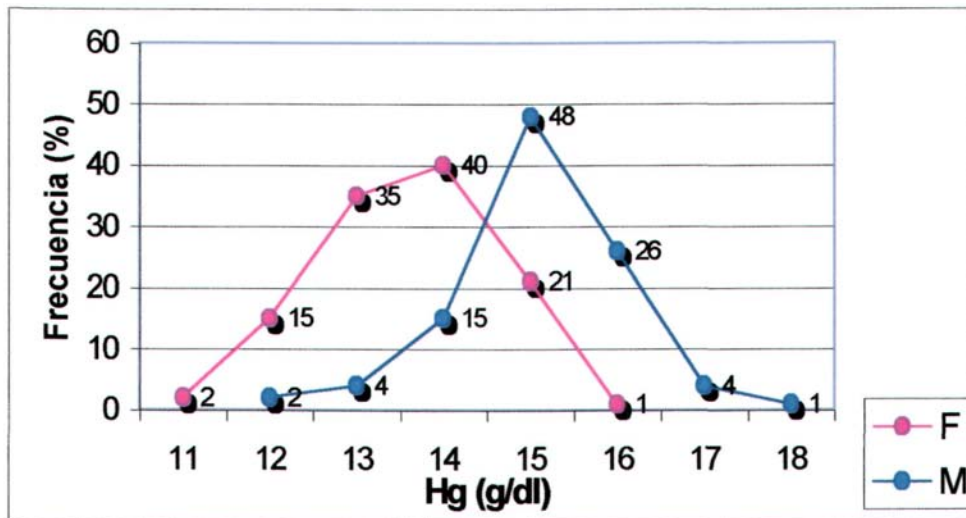


ANÁLISIS

Del 100 % de las personas de sexo femenino el 40.35% tienen valores de 4.5 a 4.9 x10⁶ mm³ y en porcentaje menor corresponde a 4 personas que presentan valor límite inferior de 3.5 a 3.9 x10⁶/ mm³ y 2.63 % que corresponde a 3 personas que presentan a valor límite superior de 5.5 a 5.9x10⁶ /mm³. Para sexo masculino, un mayor porcentaje (45%) presenta valores entre 5.0 a 5.4 x10⁶ mm³, una persona presenta valor limite inferior de 3.5 x10⁶ mm³, este individuo es procedente de una población situada a 430 msnm. Por último un valor límite superior de 6.03 x10⁶ mm³ presenta una sola persona.

Esta forma de distribución nos facilitará a definir el rango de valor de eritrocitos, mediante las mediciones de la media y desviación estándar

Figura XIII.- Curva de Distribución de Frecuencia acumulado para valores de hemoglobina según sexo. Coroico 2001.

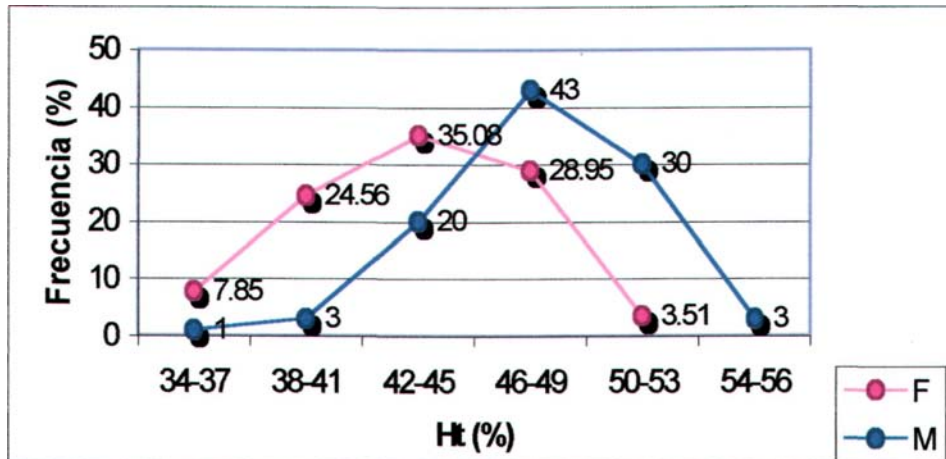


ANÁLISIS

40 personas de sexo femenino presentan un valor de 14 g/dl, que corresponde al porcentaje mayor, un porcentaje menor comprendido por 2 personas cuentan con un valor límite inferior de 11 g/dl, y una sola persona presenta valor límite superior de 16 g/dl de hemoglobina. Con respecto a personas de sexo masculino el mayor porcentaje presenta valores de 15 g/dl, 2 personas presentan valor límite inferior de 12 g/dl y una persona con un valor límite superior de 18 g/dl.

La forma de distribución es ligeramente sesgada a lado positivo y que también es aplicable las mediciones de media y desviación estándar.

Figura XIV.- Curva de distribución de Frecuencia acumulada para valores de hematócrito según sexo. Coroico 2001.



ANÁLISIS

En las personas de sexo femenino los valores de hematócrito, el mayor porcentaje corresponde a valores de 42 a 45 %, y en menor porcentaje (9 personas) cuentan con valor límite inferior de 34-37 % y con valor límite superior de 50 a 53 % que presentaron 4 personas. Para sexo masculino, el 43 % de personas presentan valores de 46 a 49 %, y con límite inferior de 34 a 37% (1 persona) y con límite superior de 54 a 56 % (3 personas).

Los tres valores de la serie roja presentan una curva de distribución normal simétrica ligeramente sesgada al lado positivo especialmente los del sexo masculino. Dichos resultados nos facilita aplicar 2 desviaciones estándar a cada lado de la media aritmética para definir los límites de referencia o el rango.

Tabla 16.- Media y Desviación Estándar de Serie Roja según sexo. Coroico - 2001

Parámetros	Femenino			Masculino		
	X	+DE	+2 DE	X	+DE	+2 DE
Eritrocitos ($1 \times 10^6 \text{ mm}^3$)	4.74	0.43	(83.88-5.60)	5.20	0.41	(4.38-6.02)
Hemoglobina (g/dl)	14	0.9	(12.2-15.8)	15.51	0.94	(13.63-17.39)
Hematocrito (%)	43.8	3.9	(36-51.6)	48.45	3.66	(41.03-55.67)

ANÁLISIS:

Los resultados de esta tabla coinciden con los resultados de la distribución de frecuencia acumulada por ejemplo el valor promedio de la hemoglobina en las mujeres es de 14 g/dl, de la misma forma se observa para eritrocitos y hematocrito en ambos sexos.

Según sexo las medias "X" de los tres valores son diferentes y altamente significativo a la prueba "F", mostrando mayor promedio en los varones.

Para definir los límites de referencia la teoría de TEHCBCHEN, indica que en caso de distribuciones simétricas, aproximadamente el 95% están dentro de -2DE y +2DE de su media aritmética, el 5% queda excluido; por lo tanto podemos definir anemias para población coroiquiteña a valores menores de límite inferior -2DE: Para eritrocitos en mujeres inferiores a $3.88 \times 10^6 \text{ mm}^3$, para varones inferiores a $4.38 \times 10^6 \text{ mm}^3$. Para valor de hemoglobina en mujeres inferior a 12.2 g/dl, varones inferiores a 13.63 g/dl. Finalmente para valor de hematocrito, para mujeres inferiores a 36 % y en varones inferior 41.03 %.

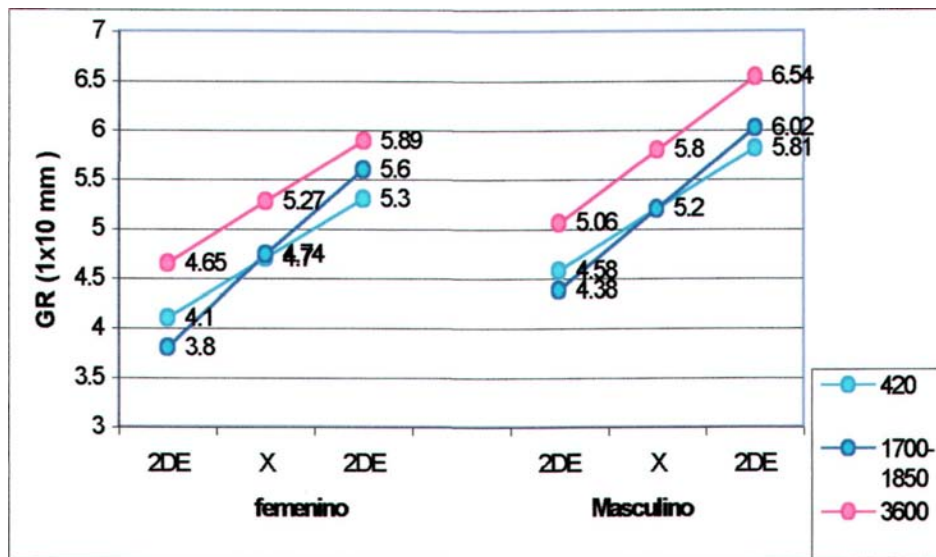
Tabla 17.- Comparación de los valores de la Serie Roja entre las poblaciones de: Santa Cruz, Coroico y La Paz según sexo. Coroico 2001

Sexo	Parámetro	Santa Cruz (420 msnm)	Coroico (1700-1850 m)	La Paz (3600 msnm)
Femenino	Eritrocitos (10 ⁶ mm ³)	4.7	4.74	5.27
		+0.30	+0.43	+0.31
		4.1-5.3	3.8-5.6	4.65-5.89
	Hemoglobina (g/dl)	14	14	15.93
		+1	+0.9	+1.17
		12-16	12.2-15.8	13.59-18.27
	Hematócrito (%)	42	43.78	48.6
		+2.5	+3.9	+2.87
		36-47	36-51.6	42.86-54.34
Masculino	Eritrocito (10 ⁶ mm ³)	5.2	5.20	5.8
		+0.31	+0.41	+0.37
		4.58-5.81	4.38-6.02	5.06-6.54
	Hemoglobina (g/dl)	16	15.51	17.18
		+1	+0.9	+1.19
		14-18	13.63-17.39	14.8-19.56
	Hematócrito (%)	47	48.35	53.38
		+2.5	+3.66	+3.38
		42-52	41.30-55.67	46.62-60.14

ANÁLISIS:

Los valores de la Serie Roja encontrados por este estudio, son similares a los valores de la población de Santa Cruz e inferiores a los de la población de ciudad de La Paz, gráficamente se observan claramente la similitud y diferencias.

Figura XV.- Comparación de Medias y Desviación estándar de los valores de eritrocitos según sexo, obtenidos en Coroico con valores establecidos en ciudades de Santa Cruz y La Paz

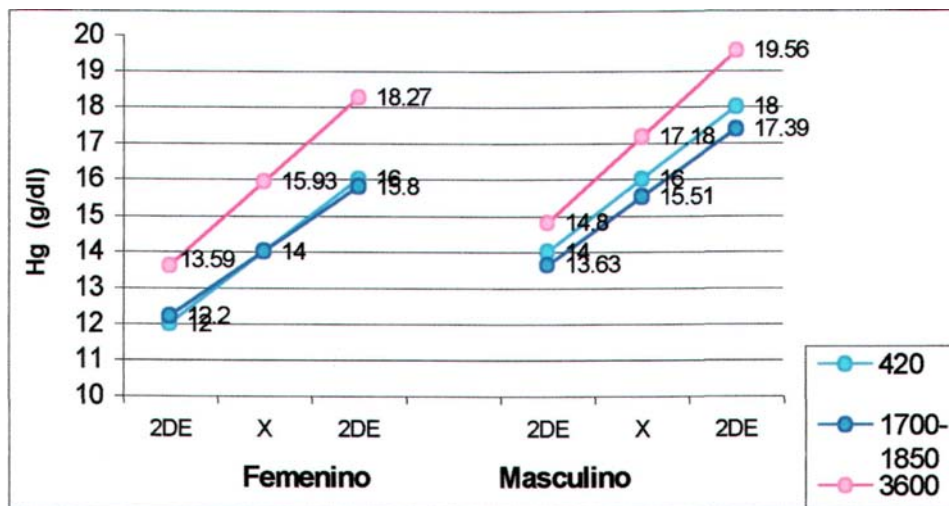


ANÁLISIS:

El recuento eritrocitario en las personas de sexo femenino y masculino, las medias obtenidas por la presente investigación son similares a los valores de los habitantes de ciudad de Santa Cruz y menores a los valores de los habitantes de Ciudad de La Paz..

Con respecto a dispersión de variabilidad se observa una mayor amplitud de la media en ambos sexos de nuestra población, creemos que esta amplitud se debe a que la población estudiada fue Heterogénea con relación a procedencia, es decir no todos son nacidos en lugar de estudio.

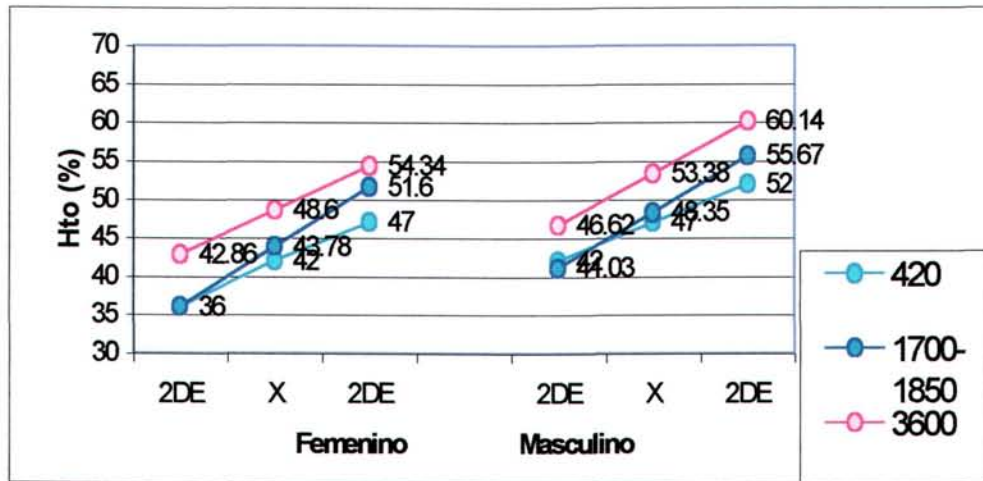
Figura XVI.- Comparación de Medias y Desviación Estándar de los valores de hemoglobina de Ambos Sexos obtenidas en Coroico con los valores de ciudades de Santa Cruz y La Paz



ANALISIS

En las personas de sexo femenino, el promedio de la hemoglobina y el intervalo de rango de amplitud es similar con relación a los habitantes de ciudad de Santa Cruz e inferior a valores establecidos para habitantes de la Ciudad de La Paz; sin embargo en las personas de sexo masculino se observa inferior la media y los límites de referencia a los dos grupos de población a comparar, siendo importante con relación a valores establecido en la ciudad de La Paz.

Figura XVII.- Comparación de Media y Desviación Estándar de los valores de hematócrito en personas de sexo Femenino con valores establecidos en ciudades de Santa Cruz y La Paz



ANALISIS

Se observa claramente la diferencia de promedios en forma gradiente al ascenso de altitud, para ambos sexos, es el único valor que se encuentra intermedio entre los valores de poblaciones de las ciudades de Santa Cruz y La Paz. Con respecto a desviación estándar se observan una mayor amplitud en nuestros resultados.

1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comprobar la diferencia de la comparación de las medias expuesto anteriormente, se aplica la prueba "Z" con 5 % de error ($p = 0,05$), estadísticamente tenemos los siguientes resultados.

1.1.1. Con relación a valores de la ciudad de Santa Cruz (420 msnm)

Para personas de sexo femenino y sexo masculino, los tres valores de referencia de la serie roja no presentan diferencias significativas a la prueba "Z", esto probablemente se debe a la distancia menor de amplitud de presión barométrica entre las poblaciones de Santa Cruz y Coroico, por lo tanto a la altura de 1700 a 1850 metros sobre el nivel del mar, la presión parcial de oxígeno (P_{O_2}) del aire ambiental sería suficiente para asegurar la oxigenación a los tejidos del organismo, lo que mantendría la actividad eritropoyética esencialmente normal. A la vez es probable que los factores ambientales; como la humedad y la extensa vegetación en nuestra población favorecen a la oxigenación y mantiene la P_{O_2} ambiental al mismo nivel que en la ciudad de Santa Cruz, con este resultado se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula por que los valores son similares entre estas dos poblaciones.

1.1.2. Con relación a valores en la ciudad de La Paz (3600 msnm)

Para ambos sexos, los tres valores de la serie roja obtenidos presentan diferencia significativa con relación a valores establecidos por la literatura a 3600 metros sobre el nivel del mar.

La diferencia mayor para la población de la ciudad de La paz, se explica que realmente el descenso de la presión barométrica y de la presión parcial de

oxígeno ambiental carecería de condiciones de hipoxia crónica estimulando así la respuesta fisiológica con aumento de eritropoyetina plasmática lo que desarrolla una eritrocitosis fisiológica, lo cual no ocurre en los residentes de las alturas intermedias como es la población de Coroico. Con estas diferencias obtenidas se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Con relación a trabajos similares realizados en Hospital General de los Yungas, los valores de hemoglobina y hematócrito son mayores, sin embargo al trabajo realizado en Carmen Pampa es similar.

Cabe destacar que los valores de serie roja publicados para la costa son aplicables para diagnóstico de anemias en poblaciones que residen a alturas intermedias como Coroico.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES

Recordemos que el presente trabajo de investigación tiene el objetivo general de contribuir con valores de referencia para valores de serie roja; en una población de personas "sanas" de 15 a 60 años de edad, que habitan entre 1700 a 1800 msnm (Coroico), importante para el diagnóstico de anemias.

Los resultados fueron analizados en el capítulo anterior, a continuación se presenta las conclusiones.

1. CONCLUSIONES ESPECIFICAS

1.1. CONCLUSIÓN SEGÚN DATOS FISIOLÓGICOS,

Tenemos categorías por, sexo, edad, peso y por tipo de actividad física. La variabilidad y relación de los valores de serie roja se comprueban con el Coeficiente de correlación.

1.1.1. Según edad

No existe una relación significativa, por lo tanto la edad no influye a los valores de serie roja. A partir de 15 años hasta los 60 años de edad los valores de serie roja se mantienen similares, tanto para el sexo femenino como para el masculino.

1.1.2. Según peso

Con respecto a este dato fisiológico los valores de eritrocitos, hemoglobina y hematócrito no tienen ninguna relación significativa con el peso del individuo.

1.1.3. Según Actividad Física.

Por el hecho de no presentar una correlación deducimos que los valores no se modifican ya sea en individuos con vida sedentaria o físicamente activos e incluso deportistas.

1.1.4. Según Sexo

La diferencia es altamente significativa a la prueba T, presentando un mayor promedio en personas de sexo masculino, que coincide con los datos establecidos por diferentes textos de Hematología.

1.2. DEFINICIÓN DE ANEMIAS

Para el sexo femenino se considera anemia cuando los valores de eritrocitos es inferior a $3.8 \times 10^6 \text{ mm}^3$, con respecto a valor de hemoglobina menor a 12 g/dl, y valor de hematócrito inferior a 36 %.

Para las personas de sexo masculino, se considera cuando el número de eritrocitos es menor a $4.0 \times 10^6 \text{ mm}^3$, hemoglobina menor a 13 g/dl y hematócrito menor a 41 %.

1.3. COMPARACIÓN CON VALORES ESTABLECIDOS

Comparados con valores de la población de ciudades de Santa Cruz y La Paz a prueba "Z", tenemos las siguientes conclusiones:

1.3.1. Con relación a valores establecidos para habitantes de Santa Cruz.

Situado a 420 msnm, con presión barométrica de 729 mmHg y una presión parcial de oxígeno ambiente de 153 mmHg. Los valores de serie roja son totalmente similares, tanto para el sexo femenino como para el masculino, por lo tanto se hace aplicable los valores de pobladores de la ciudad de Santa Cruz o la Costa para definir las anemias.

1.3.2. Con relación a valores establecidos para los habitantes de la Ciudad de La Paz

Situada a 3600 msnm, con una presión barométrica de 500 mmHg y una presión parcial de oxígeno del aire ambiental de 63 aproximadamente. Los valores de referencia obtenidos en el presente trabajo son inferiores y altamente significativa a la prueba "Z".

2. CONCLUSIÓN GENERAL.

En general, los valores obtenidos por la presente investigación no difieren con relación a valores encontrados en Santa Cruz, y son inferiores a valores encontrados para la población de la ciudad de La Paz

Es importante destacar desde el punto de vista hematológico, que ahora podemos afirmar con seguridad que nuestra población es en todo comparable con los valores estándar establecidos en la literatura extranjera y de la costa. Finalmente proponemos para la población coroqueña los valores presentados en la tabla- 16.

3. RECOMENDACIONES

3.1. RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS POSTERIORES

- Realizar estudios de investigación sobre la incidencia de anemias y su grado de afección en las poblaciones rurales del Municipio de Coroico.
- Estudios sobre tipos de anemias más frecuentes en nuestra población.
- Realizar estudios sobre las causas principales de anemias en la región.
- Estudios sobre la efectividad del tratamiento con antianémicos.

3.2. RECOMENDACIONES PARA EL PERSONAL DE SALUD

Para el personal de salud del Municipio de Coroico- Nor yungas, aplicar los valores de referencia determinado en el presente estudio para el diagnóstico de anemias.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la localidad de Coroico situada a 1700 msnm y la comunidad de Carmen Pampa situada a 1850 msnm. Coroico es capital de la Provincia Nor Yungas del departamento de La Paz.

Con el presente estudio se pretende contribuir con la información de valores de referencia para número de Eritrocitos, valor de Hemoglobina y Hematocrito para las personas de 15 a 60 años que habitan entre 1700 a 1850 msnm, con el fin de facilitar al diagnóstico preciso de anemias.

La investigación toma como muestra a personas "sanas", procedentes y residentes con más de dos meses en Coroico, de condición socioeconómica media. Se selecciona haciendo una correlación de los factores que puedan influir con disminución o aumento de los valores, y finalmente se obtiene resultados de hemograma completo mediante un instrumento electrónico. Se toma índices Hematimétricos para excluir a personas con alguna forma de anemia.

Para interpretar los resultados se aplica Coeficiente de Correlación, medidas de Media, desviación estándar (DE), 2DE para definir los límites de referencia tanto para varones y mujeres. Finalmente se compara con los valores establecidos en las Ciudades de La Paz (3600 msnm) y Santa Cruz (420msnm). Para obtener estadísticamente la diferencia se aplica la prueba "Z".

Se obtiene los resultados rechazando la hipótesis alterna con relación a valores de la población de Santa Cruz, porque no existe diferencia significativa, y aceptando con relación a valores de la población de la ciudad de La Paz por la diferencia significativa, por lo tanto los valores obtenidos son similares a valores establecidos en Santa Cruz.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1 BENINIGTON, James. Diccionario Enciclopédico del Laboratorio Clínico , ED: Medica Panamericana, Argentina 1991.
- 2 CAMPOS M.A.. Reologia del Glóbulo Rojo, Tesis, La Paz - Bolivia, 1991.
- 3 COUDERT J. et al. Aclimatación de los Nativos de Grandes Alturas (3600m) a bajas alturas (420m), Rev. IBBA, La Paz - Bolivia, 1979, pp.109-113.
- 4 COLINA, Juan. Laboratorio, ED: Pueblo Educación, Cuba 1989.
- 5 CUELLAR, Fransisco. Et al. Hematología, Editorial CiB, 5ta edición, Colombia 1998.
- 6 CHAMURROZ, Gastón. Simbología Medica, ED: Mediterráneo, Chile. 1999.
- 7 ERGUETA Jorge, et al. Estudio Cardiorespiratorio en la enfermedad Crónica de la Montaña, síndrome de Monge, Rev. Instituto Boliviano de Biología de Altura (IBBA). La Paz- Bolivia,1988 p.
- 8 FORADORIC Amaldo. Et al. El Hemograma de una Población Chilena, Rev. Medica, Chile, 1986

- 9 FRANSNEDO Feliv, et al. Principios Generales de la Exploración del En-fermo Hematológico, En Medicina Interna, ED: Doyma, ed:12da , Barcelona 1992 , pp
- 10 GUYTON, Arthur. Et al. Tratado de Fisiología Medica, ED: Interamericana Mc-Graw-Hill, ed: 9na, México 1997.
- 11 GUYTON, Arthrur. et al. Fisiología humana, ED: Interamericana Me - Graw - Hill, ed: 6ta , México 1987.
- 12 HERNÁNDEZ Nieto, HERNÁNDEZ García, et al. Enfermedades del Siste-ma Eritrocitario: Anemias, En Medicina Interna, ED: Doyma, ed:12da , Bar-celona, 1992 , pp 1617-1655.
- 13 HORTON, Robert. Bioquímica, ED:Pretice Hall Hispanoamericana SA, Me-xico 1993.
- 14 MENENGHELLO, R. J. et al. Pediatría de Menenghello, Tomo 1, ED: inte-ramericana, ed: 5ta, Argentina 1997. P.1342.
- 15 MURRAY, Robert. Bioquímica de Jarper, ED: El Manual Moderno, ed: 4ta, Mexico1997.
- 16 NALLAR Nancy, et al. Adaptación Bioquímica a la Vida en la Altura, Rev. IBBA, La Paz - Bolivia, 1988.
- 17 PALOMO Ivan, et al. Valores Hematológicos en adulto sano, Rev. Med, Chile 1986.

- 18 QUÍNTELA Aida, RODRÍGUEZ Armando. Algunos Valores de Referencia para el diagnóstico de Anemia ferropénica en adultos sanos de La Paz(3600m), Rev. IBBA, La Paz - Bolivia, 1989, pp 89-90.
- 19 RODRÍGUEZ Armando, et al. Hematología Altura. Rev. IBBA, La Paz - Bolivia, 1982. P.65
- 20 RODRÍGUEZ Armando. Recuento de Reticulocitos en Nativo y Residentes de la Altura, Rev, IBBA, La Paz - Bolivia 1989, p 88.
- 21 SERIE PALTEX, Manual de Técnicas Básicas de Laboratorio de Salud ED: OPS OMS, EEUU 1983.
- 22 SHILLMAN, Rert. Et al. Manual de Hematología, ED: Manual Moderno, ed:2da , México, 1998.
- 23 WINTROBE, Max Well. Hematología Clínica, ED: Intermédico, ed:3ra, Argentina 1969.
- 24 <http://www // Anemias. Com./>
- 25 <http://www // Publice/ Fisiología del deporte. Entrenamiento en la altura, htm.>
- 26 <http://www // of deportes. Com/>

ANEXOS

a) INSTRUMENTO GENERAL UTILIZADO PARA SELECCION DE MUESTRA

HISTORIA CLÍNICA

VALORES ESTIMADOS DE SERIE ROJA A UNA ALTURA DE 1700 -1850 msnm

Fecha : _____ No de HCL. _____

FILIACION

NOMBRE		EDAD		SEXO : M. F.	
PROCEDENCIA					
ESTABLECIMIENTO			ESTADO CIVIL		
TIEMPO DE RESIDENCIA EN COROICO		- de 1 mes	1 mes	+de 2 meses.....	
OCUPACION					
ACTIVIDAD FÍSICA		SI	NO	AEROBICA	ANAEROBICA
HABITOS Y COSTUMBRES:ALIMENTACION		CALORICO		PROTEICO	VARIADO
TABAQUISMO		SI	NO	- de 10 cigarrillos	+de 10 cigarrillos

ANTECEDENTES

CIRUGIA	SI	#	NO	Fecha de la última cirugía	
TRANSFUSIONES	SI	#	NO	Fecha de última transfusión	
DONACIONES DE SANGRE	SI	#	NO	Fecha de la última Donación	
HEMORRAGIAS	SI	#	NO	DIA	MES AÑO
PARASITOSIS	-	+		TRATADO	NO TRATADO
ENFERMEDADES CRONICAS	Tb	pulm.		Diabetes	Hipertensión Otros
MALARIA	-	+		DIA	MES AÑO
ANTECEDENTES OBSTETRICOS	FUM			# De Hijos	Lactancia otros
OTROS					

EXAMEN FISICO

SIGNOS VITALES	PA	mmHg	FC	Lat/min	FR	x/min	T	C
PESO Y TALLA	PESO		Talla		Peso adecuado			
PIEL	Normal		Pálida L	G	Hiperémica			
MUCOSAS	Normal		Pálida L.	G.	Hiperémica			
EXAMEN FISICO GENERAL :								
EXAMEN FISICO DE TORAX :								
EXAMEN FISICO DE ABDOMEN								

DIAGNOSTICO CLINICO _____

EXAMENES DE GABINETE

ELECTROCARDIOGRAMA	
--------------------	--

EXAMENES DE LABORATORIO

COPROPARASITOLOGIA	
EXAMEN DE ORINA	

DIAGNOSTICO. _____

HEMOGRAMA

SERIE ROJA.	Hto	Hb	GR.
HEMATIMETRICOS	VCM	HCM	CMHC

b) INSTRUMENTO PARA RESULTADOS DE ELECTROCARDIOGRAMAS

N ^u	NOMBRE	EDAD	FECHA	DIAGNOSTICO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Interpretación electrocardiográfica realizado por:

Dr. Ramiro Gutiérrez Castro, Médico Internista, Jefe de Enseñanza e investigación Hospital General Universitario de los Yungas. Gestión 2001

c) INSTRUMENTO EMPLEADO PARA ANÁLISIS DE COPROPARASITOLOGIA

EXAMEN COPROPARASITOLÓGICO

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN-

#	NOMBRE COMPLETO	EXAMEN MACROSCÓPICO					EXAMEN MICROSCÓPICO				
		Const.	Color	Mucus	Sangre	R.Alim	Parásito	Hematíes	Leucos	Cristales	Bacterias
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

EXAMEN MACROSCÓPICO

- *Color :Amarillo Pardp=AP, Negruzco o Melema= Ng .M., Verduzco= Vd.
- *Mucus : Positivo= +, Negativo= -.
- * Sangre : Positivo =+, Negativo = -.
- Restos Alimenticios : Carne= C, Vegetal=V, Graso=G.
- Parásitos : Adulto =A, Larvas=L.

EXAMEN MICROSCÓPICO

- Hematíes : Hem.
- *Leucositos: Leu
- Cristales :
- Bacterias : Escasa = Es, Abundante = Ab.

RESULTADOS = HUEVOS DE PARÁSITO

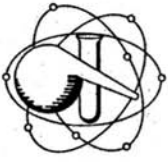
d) INSTRUMENTO EMPLEADO PARA EXAMEN GENERAL DE ORINA

EXAMEN GENERAL DE ORINA

NOMBRE DE LA INSTITUCION-Colegio guerrilleros Lanza

#	NOMBRE	EXAMEN FISICO						EXAMEN QUIMICO								EXAMEN MICROSCOPICO						Diagnos	
		Vol	Color	Olor	Asp	Esp	PH	Den	Glu	Prot	Sang	Acet	S.Bil	Uribi	Nitrit	C.E	Leu	Hem	Bac	C.R	Crist		Cilin
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							

Color : Amarillo Amba r = A. A Aspecto Limpidp = Lm Cristales
 Amarillo Púrpura = A.P Ligeramente Opadecente = L.Op
 Amarillo Hematuria = Hm Opadecente = Op
 Incoloro = In Turbio = T
 Olor ; Suegeneris = Sg Espuma Fugaz = Fg Cilindros
 Fétido = Ft Persistente = Pt



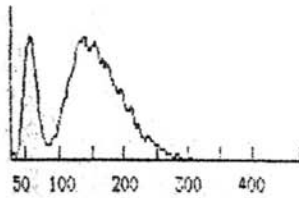
LABORATORIOS "LA PAZ" S.R.L.
 Plaza Isabel La Católica No. 2479 • Teléfonos: 441844 - 441982 - 441264
 Fax: 441435 • Emergencias Telfs.: 220303 • Cel.: 015-32317 • Casilla 12316
 La Paz - Bolivia

ANÁLISIS CLÍNICOS
 INMUNOLOGÍA BACTERIOLÓGICA
 HORMONAS R.I.A. MEDICINA NUCLEAR
 ANATOMÍA PATOLÓGICA - CITOLÓGICA

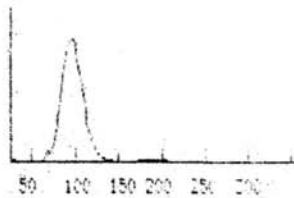
Sample ID # 104 Date: 11-07-01
 Patient Name: **TEODORA ALIAGA** Time: 12:00
 DOB: ___/___/___ AGE: ___ SEX: ___ OP# ID: ___
 OP# #: ___

		Range #2				Range #2				Range #2		
WBC	6.7	x10 ³ /uL	5.0-10.0	RBC	4.68	x10 ⁶ /uL	4.20-5.00	Plt	454	H	x10 ³ /uL	150.-450.
LY%	21.5	%	20.5-33.0	Hgb	12.4	g/dL	12.0-16.0	MPV	8.4	fL	7.4-10.4	
MD%	21.3	RH %	3.0-8.0	Hct	42.2	%	42.0-51.0	Ret	0.382	%	0.000-0.999	
GR%	57.2	R %	50.0-70.0	MCV	90.1	fL	80.0-94.0	PDW	15.8	%	0.0-99.0	
LY#	1.4	x10 ³ /uL	1.2-3.4	MCH	28.6	pg	27.0-32.0	REVIEW RESULT				
MD#	1.4	RH x10 ³ /uL	0.1-0.6	MCHC	31.7	g/dL	32.0-37.0					
GR#	3.8	R x10 ³ /uL	1.4-6.5	RDW	11.6	%	11.5-14.5					

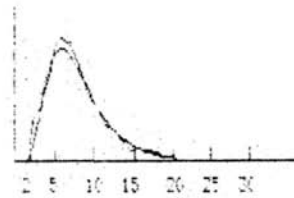
Sample ID # 104 Analyzed Date & Time: 11-07-01 12:00



WBC HISTOGRAM



RBC HISTOGRAM



PLT HISTOGRAM

Ubicación geográfica de la zona de estudio.

**Provincia
NOR YUNGAS**

