

11231

8

2ej

Universidad Nacional Autónoma de México

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS



INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES
RESPIRATORIAS MEXICO
SUBDIRECCION GENERAL DE ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE POSGRADO



LAS ALTITUDES SOBRE EL NIVEL DEL MAR EN MEXICO:
PRINCIPALES POBLACIONES, CARRETERAS, VIAS FERREAS,
MONTAÑAS Y VIAJES AEREOS. GUIA PARA LOS
NEUMOLOGOS Y SUS PACIENTES



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LA ESPECIALIDAD EN
NEUMOLOGIA CLINICA
P R E S E N T A
DR. DOMINGO LIZARDI GARCIA
MEXICO, D. F. ABRIL 1995.

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DR. JAIME VILLALBA CALOCA
Director General
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
Profesor Titular del Curso de Neumología Clínica

DRA. ROCIO CHAPELA MENDOZA
Sub-Directora General de Enseñanza
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

DR. JORGE SALAS HERNANDEZ
Jefe de la División de Enseñanza Médica
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

DR. JORGE MORALES FUENTES
Jefe del Departamento de Enseñanza en Postgrado
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.

ASESOR DE TESIS:

DR. ROGELIO PEREZ PADILLA

Departamento de Fisiología Pulmonar

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

DEDICATORIA:

A MIS PADRES:

Cuya memoria es un constante estímulo a la superación.

A PATRICIA:

Cuya compañía, comprensión y apoyo contribuyeron enormemente en la realización de este trabajo.

A DOMINGO ALEJANDRO:

Cuyo Nacimiento inyecto a mi vida una gran alegría y el deseo de ser mejor cada día.

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	2
II.	MATERIAL Y METODOS	3
III.	RESULTADOS.....	4
IV.	DISCUSION.....	4
	a) Viajes por superficie	5
	b) Viajes aéreos.....	5
V.	FIGURAS.....	9
VI.	CUADROS.....	12
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	7

I. INTRODUCCION.

La presión barométrica disminuye progresivamente a mayor altitud sobre el nivel del mar en una relación que aproxima bastante a una curva exponencial (ver figura 1). Por cada 5486 m de elevación sobre el nivel del mar, la presión barométrica se reduce aproximadamente a la mitad. La presión de O_2 en el aire inspirado (PIO_2) y la Presión alveolar de oxígeno (PAO_2) son directamente proporcionales a la presión barométrica, por lo que, a mayor altitud la PAO_2 y la presión arterial de Oxígeno (PaO_2) disminuyen progresivamente. La forma de la curva de disociación de la hemoglobina (sigmoidea con meseta), protege razonablemente de la hipoxemia por la altura, hasta aproximadamente los 10000 pies (3000 m), ya que permite mantener una SaO_2 de 90% o mayor a pesar de disminuir la PaO_2 . Este efecto ocurre en todos los sujetos, sin embargo en los pacientes neumopatas ya hipoxemicos por la enfermedad pulmonar, pueden notarse repercusiones mas importantes de la hipoxemia.

La exposición a la altitud puede ser permanente cuando es el lugar de residencia o bien transitorio al realizar un viaje y permanecer corto tiempo en un lugar de mayor altitud. Cuando la estancia es permanente, las consecuencias de la hipoxemia serán la policitemia, la hipertensión arterial pulmonar y el cor pulmonale y quizá una reducción en la sobrevida. Durante las exposiciones agudas a grandes altitudes hay riesgo de muerte por desarrollo de hipoxemia aguda.

Consideramos muy importante para el médico y para sus pacientes tener a su disposición las altitudes de los sitios mas conocidos en México.

MATERIAL Y METODOS

Se consultaron las siguientes fuentes de información:

- a) Mapas de carreteras y vías ferreas buscando los puntos de mayor altura basandonos en las curvas de nivel.
- b) Datos demograficos del censo de 1980 para la obtención de los nombres de las poblaciones con más de 100,000 habitantes y su respectiva altitud.
- d) datos de la altura de las estaciones de ferrocarril.
- c) Tablas con alturas de las montañas mas altas.
- e) Reglamento sobre las alturas simuladas dentro de las cabinas de los aviones.

La información fue organizada en forma de tablas. Incluimos también algunos datos relevantes a la altura en México, como los valores de hemoglobina y hematocrito reportados en ciudades a diferente altura (), y una tabla de valores gasometricos calculados a diferente altura (). Las presiones barométricas reportadas son calculadas en base a la altura. Es bien conocido que la presión barométrica real puede diferir bastante de la calculada debido a razones geográficas y atmosféricas, por lo que deben de tomarse con cautela.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran las alturas sobre el nivel del mar de las principales poblaciones mexicanas en orden alfabético, incluyendo a las capitales de los estados. En la tabla 2 se muestran las poblaciones grandes y pequeñas con una mayor altura sobre el nivel del mar ordenadas de manera descendente. La tabla 3 lista las montañas mas altas de México en orden descendente. La tabla 4 muestra las estaciones de ferrocarril mas altas en México. La tabla 5 muestra para comparación algunas montañas en América y en el mundo y algunas ciudades capitales. La tabla 6 muestra los valores de hemoglobina y hematocrito en diversas ciudades de la república (). La tabla 8 muestra la presión barométrica y valores gasométricos calculados a diversas alturas de México.

DISCUSION

En México hay un gran número de poblaciones a alturas considerables sobre el nivel del mar. Esto trae consecuencias importantes para la atención médica especialmente la de los especialistas en enfermedades respiratorias. A mayor altura es esperable una mayor hipoxemia e hiperventilación en los sujetos sanos, por lo que la PaO_2 y la $PaCO_2$ serán menores a las encontradas a nivel del mar. Por otro lado, como compensación a la hipoxemia, habrá la tendencia a incrementar las cifras de hemoglobina y hematocrito y las de presión arterial pulmonar. Así pues un sujeto puede tener un hematocrito demasiado alto para el nivel del mar - en donde se podría estudiar inapropiadamente por "policitemia", pero ser apropiado para su lugar de residencia de 3000 metros de altura. Estos conceptos son también válidos para los pacientes pulmonares. Por ejemplo un paciente puede encontrarse

moderadamente hipoxémico en la ciudad de México pero de seguro que estará peor habitualmente si vive en San Miguel Ajusco (2925 m). De manera opuesta, un paciente que reside en Cuernavaca a 1528 m, estará habitualmente mejor que lo que muestran los estudios realizados en alturas superiores. Ha habido intentos para calcular la gasometría a diferentes alturas de la que se está midiendo por las llamadas pruebas de reto a altura(). En estas se le hace respirar al paciente mezclas gaseosas que simulan las presiones de los gases en diferentes alturas (). Con estas se ha podido generar nomogramas y tablas que pueden orientar a los cambios esperables en otras alturas.

VIAJES POR SUPERFICIE. Algunos pacientes pulmonares pueden intentar viajar a lugares con menor altura con el fin de mejorar su oxigenación o bien para vacacionar. Sin embargo el viaje en si puede ser riesgoso por varios motivos. Por ejemplo al viajar por carretera o por ferrocarril (tabla)se pueden cruzar puntos de una altura importante. Para salir de la ciudad de México a una altura media de 2240 m, se cruzan puntos con 3000 o más m de altura hacia Cuernavaca, Toluca y Puebla en los cuales el paciente no protegido con oxígeno corre un riesgo adicional aunque de corta duración. El enfermo también puede intentar viajar a lugares de mayor altitud sin estar enterado de los riesgos potenciales.

VIAJES AEREOS. El Concord vuela a alturas de 15000-18000 m en las cuales, sin protección, se estaría inconciente en segundos y muerto en 4-6 minutos por hipoxemia. Los aviones comerciales habituales vuelan entre 9-12000 m y algo similar pasaría pero se evita porque se mantiene artificialmente una presión mayor en el interior del avión que en el exterior. Sin embargo, el avión no mantiene una presión igual a la del nivel del mar, sino que menor a la encontrada a 10000 pies (3048 m) y casi siempre de 8000 pies (2440 m) siendo el promedio entre 5000-7000 pies (1500-2100). Por lo mismo, las personas que viajan desde el

nivel del mar, pueden estar expuestos a alturas superiores aun en funcionamiento optimo del avion. Cuando se pierde la presión en el avión y se está viajando a una altura importante, puede haber manifestaciones de hipoxemia aun en los normales pero sobre todo en enfermos pulmonares aun cuando usen apropiadamente el oxígeno de emergencia. Sin embargo se han medido alturas equivalentes de hasta 8915 pies (2719 m) en vuelos comerciales (), que serian riesgosos para algunos enfermos pulmonares. En general un paciente con disnea de reposo o de pequeños esfuerzos puede tener problemas para viajar por avión (11) ya que en general requerirá de silla de ruedas y probablemente de oxígeno suplementario. Los pacientes que tienen disnea caminando 50 metros en lo plano requieren de una evaluación mas detallada para calcular los riesgos del viaje por avión (). La oxigenación se puede monitorizar en el vuelo con un oxímetro de pulso en caso necesario. Otros problemas que pueden ocurrir al volar pueden ser secundarios a la dilatación del volumen gaseoso ya que a 1830 m aumenta el 30% y a 5400 m se duplica (con respecto al nivel del mar) lo que es peligroso cuando hay espacios aéreos encerrados (neumotórax, bulas etc.). La enfermedad por descompresión o disbarismo ocurre al exponerse a alturas mayores a 5500 metros por varios minutos excepto en circunstancias excepcionales ().

La enfermedad aguda de montaña es factible al viajar a lugares con una altura de 3000 o mas metros sobre el nivel del mar. Estas alturas existen en algunas poblaciones, puntos de carretera, estaciones de ferrocarril y en muchas montañas de México (ver tablas). Con riesgo especial, se encuentran varios lugares y centros de recreo con una altura considerable a los cuales se puede llegar rápidamente por carretera. Por ejemplo, el parque del nevado de Toluca está a 4680 metros sobre el nivel del mar y el refugio de Tlamanca

(Popocatépetl) a 3960 m y en ambos se puede tener un ascenso rápido de casi 2 Km. En condiciones similares se encuentran algunos otros lugares de México.

BIBLIOGRAFIA

1. ALBERTO HURTADO. Animals in high altitudes: resident man. Handbook of physiology-Adaptation to the environment 54:843-860.
2. L.G.C.E. PUGH. Animals in high altitudes:man above 5,000 meters- mountain exploration. Handbook of physiology- Adaptation to the environment 55:861-868.
3. DAVID B. DILL. Physiological Adjustments to Altitud Changes. JAMA Sept 9, 1968.205. Noil 123-129.
4. ALBERTO HURTADO, Some Clinical Aspects of Life at highAltitudes. Annals of Internal Medicine. 53:247. 1960.
5. DONALD HEATH. Man at high altitude. The pathopisiology of acclimatization and adaptation, 2d ed. Edinburgh, Churchill-Livinstone, 1981, pp 169-179, 268-281.
6. RALPH H. KELLOGG. Laws of Physics pertaning to gas exchange Handbook of Physiology-The respiratory System IV 2:13-31.

7. G.J. RUJZ-ARGUELLES, L. SANCHEZ. Red Cell Indices in Normal A Adult Residing at Altitudes From Sea Level to 2670 meters. American Journal of Hematology 8:265-271.1980.

8- Cottrell JJ. Attitude exposures during aircraft flight: flying higher. Chest 1988; 92:81-84.

9- Schwarz JS, Bencowitz HZ, Moser KM. Air travel hypoxemia with chronic obstructive lung disease. Ann Intern Med 1984; 100:473-77.

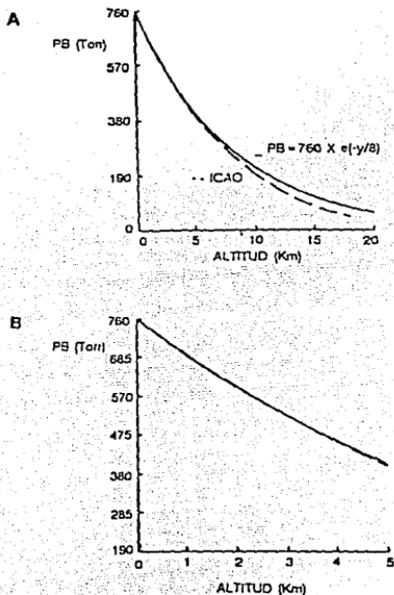
10- AMA Commission on Emergency Medical Services: Medical aspects of transportation aboard commercial aircraft. JAMA 1982; 247:1007-11.

11- Silver HM, Feldman M. Travel for the patient with Chronic obstructive pulmonary disease. The George Washington Medical Center.

12- Harding RM, Mills FJ. Aviation medicine. Segunda edición. British Medical Association, 1988, Londres.

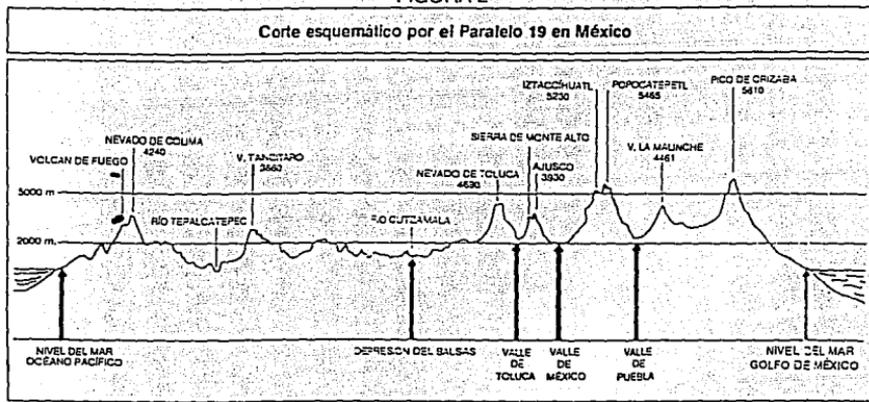
FIGURA 1

Relación entre presión barométrica
y altura sobre el nivel del mar



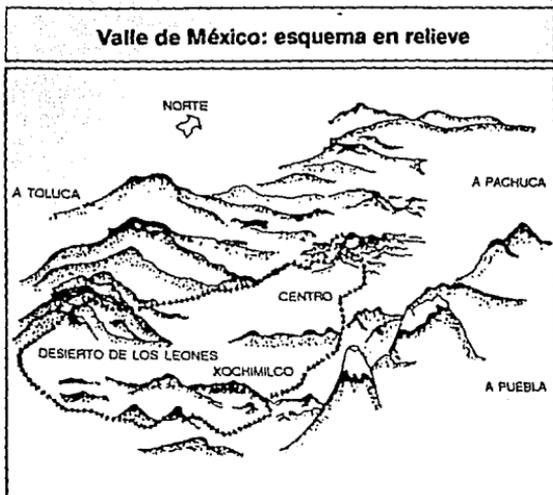
PB es la presión barométrica en mm de Hg. (Gráfica A): En la línea continua se muestra una relación exponencial con una constante de altura (La altura que hace descender la presión al 36% de la encontrada a nivel del mar) de 8Km. En la ecuación descrita y es la altura sobre el nivel del mar en kilómetros. En línea punteada está la gráfica de presión atmosférica estándar (ICAO, ver texto). La presión barométrica real está habitualmente un poco más arriba de esta última. Cuando se toman en cuenta sólo los primeros 5 Km (Gráfica B), los errores de aceptar una relación lineal son pequeños ($PB = 760 - \text{altura en Km} \times 80$, o sea que por cada kilómetro cae aproximadamente 80 Torr la presión barométrica).

FIGURA 2



Esquema para mostrar las alturas de los valles de México. Puebla y Toluca rodeados de altas montañas que hacen peligroso para un paciente hipoxémico trasladarse de uno al otro ya que hay que subir zonas montañosas. Esquema redibujado y modificado del que aparece en la Guía Michelin de México.

FIGURA 3



Esquema para mostrar el Valle de México, los límites del Distrito Federal, las zonas montañosas que hay que pasar para llegar a Puebla (hacia el oriente), Cuernavaca (hacia el Sur) y Toluca (hacia el poniente). En las tres direcciones mencionadas y siguiendo la carretera principal se encuentran zonas de 3,100 m de altura. Esquema modificado de la figura 1 del trabajo Bravo-Alvarez y Cols. Incremento de la contaminación atmosférica por ozono en la zona metropolitana de la Ciudad de México.

FALLA DE ORIGEN

CUADRO 1

Altitud de algunas de las ciudades más importantes de la República Mexicana.

CIUDAD	ALTITUD
Aguascalientes, Ags.	1,067
Celaya, Gto.	1,754
Cd. Delicias, Chih.	1,171
Cd. de México.	2,238
Cd. Guzmán, Jal.	1,535
Cd. Juárez, Chih.	1,133
Cd. Monte, Tamps.	90
Cd. Obregón, Son.	35
Cd. Victoria, Tamps.	311
Colima, Col.	494
Córdoba, Ver.	927
Cuernavaca, Mor.	1,528
Culiacán, Sin.	50
Chihuahua, Chih.	1,435
Chilpancingo, Gro.	1,253
Durango, Dgo.	1,856
Eisenstadt, B. C.	24
Gómez Palacio, Dgo.	1,131
Guadalajara, Jal.	1,547
Guanajuato, Gto.	2,050
Hermosillo, Son.	200
Hidalgo del Parral, Chih.	1,740
Irapuato, Gto.	1,725
Jalapa, Ver.	1,435
La Paz, B. C.	30
León, Gto.	1,804
Minatitlán, Ver.	64
Monclova, Coah.	628
Monterrey, N.L.	522
Morelia, Mich.	1,914
Nogales, Son.	1,120
Nuevo Laredo, Tamps.	140
Oaxaca, Oax.	1,558
Orizaba, Ver.	1,218
Pachuca, Hgo.	2,359
Poza Rica, Ver.	60
Puebla, Pue.	2,144
Querétaro, Gro.	1,816
Salamanca, Gto.	1,723
Saltillo, Coah.	1,568
San Cristóbal de las Casas, Chis.	2,100
San José del Cabo, B.C.S.	40
San Luis Potosí, S.L.P.	1,867
San Miguel Allende, Gto.	1,870
Taxco, Gro.	1,755
Tapachula, Chis.	178
Tehuacán, Pue.	1,676
Tepic, Nay.	934
Tijuana, B. C.	778
Tlaxcala, Tlax.	2,229
Toluca, Méx.	2,651
Torreón, Coah.	1,131
Tuxtla Gutiérrez, Chis.	536
Uruapan, Mich.	1,610
Zamora, Mich.	1,540
Zacatecas, Zac.	2,410

Acapulco, Campeche, Cancún, Cd. Madero, Coatzacoalcos, Cotzumel, Chetumal, Guaymas, Los Mochis, Mérida, Mexicali, Puerto Vallarta, Reynosa, Tampico, Veracruz, Villahermosa, Zihuatanejo y otros lugares en la costa están a menos de 20 metros sobre el nivel del mar en promedio.

CUADRO 2

Poblaciones mexicanas a mayor altura sobre el nivel del mar

POBLACION	ESTADO	ALTURA
Poblado de Raíces	México	3,500
La Marquesa-Saltar	México	3,000
San Lorenzo Acopilco	México	2,940
San Miguel Ajusco	Distrito Federal	2,925
Colonia Gral. Avila Camacho	México	2,880
San Juan de los Huertos	México	2,850
Santiago Tlacotepec	México	2,820
Poblado de Trés Marias	Morelos	2,800
Huixquilucan	México	2,800
Cuajimalpa	Distrito Federal	2,788
Joquicingo	México	2,750
Rosal del Monte	Hidalgo	2,750
El Oro de Hidalgo	México	2,730
Toluca	México	2,651
San Miguel Topilejo	Distrito Federal	2,650
Tenango de Arista	México	2,637
San Miguel Canoa	Puebla	2,635
Angangueo	Michoacán	2,628
Jalatlaco	México	2,606
San Mateo Atenco	México	2,500
Onumba	México	2,500
Caculhuac de Mirafuentes	México	2,599
Hueyotlipan	Tlaxcala	2,581
Calpulalpan	Tlaxcala	2,578
Lerma	México	2,578
Huamantla	Tlaxcala	2,553
Rayón	México	2,550
Ciudad Cordán	Puebla	2,540
Omitlán de Juárez	Hidalgo	2,537
Zempoala	Hidalgo	2,532
Singuilucan	Hidalgo	2,525
Yauhquemécha	Tlaxcala	2,515
Amasac de Guerrero	Tlaxcala	2,519
Nopaltepec	México	2,500
Acambay	México	2,500
Ozumba	México	2,500
Progreso Industrial	México	2,499
Apan Hidalgo	Hidalgo	2,493
Xaltocan	Tlaxcala	2,492
Nopalucan	Puebla	2,490
Acajete	Puebla	2,469
Perote	Veracruz	2,465
Villa Nicolás Romero	México	2,420
Zacatecas	Zacatecas	2,410
Apizaco	Tlaxcala	2,408

La lista no es completa, ya que hay pequeñas poblaciones o rancherías a alturas similares a las descritas en la tabla. Modificado del Atlas de Carreteras de México, Guía Roji, 1966.

CUADRO 3

Montañas más altas en México

MONTAÑA	ESTADO	ALTURA			
1. Citlaltépetl (Pico de Orizaba)	Ver.	5,610	18. El Potosí	Nvo. León	3,710
2. Popocatepetl	Pue-Méx-Mor	5,465	19. Tlaloc	D.F.	3,700
3. Iztaccihuatl	Méx-Pue.	5,230	20. Sn. Andrés	Méx.	3,600
4. Zinacantan (Nevado de Toluca)	Méx.	4,600	21. Picacho San Onofre	Tamps.	3,554
5. Malinalcúyatl (Malinche)	Tlax-Pue.	4,461	22. La Nieve	Mich.	3,450
6. Cofre de Perote	Ver.	4,250	23. Yucuyacus	Oax.	3,444
7. Nevado de Colima	Jal.	4,240	24. El Jabell	Coah.	3,409
8. Tláloc	Méx.	4,128	25. El Zamorano	Oro.	3,370
9. Tacaná	Chiap.	4,060	26. Peña Nudo	Hgo.	3,320
10. Telapón	Méx.	4,060	27. Epazote	Dgo.	3,227
11. Xocotitlán	Méx.	3,937	28. La Ascensión	Tamps	3,210
12. Ajusco	D. F.	3,937	29. Grande	S.L.P.	3,190
13. Volcán de Fuego de Colima	Jal-Col.	3,838	30. Las Pingüicas	Gro	3,170
14. Tancitaro	Mich.	3,846	31. El Oso	Dgo.	3,170
15. Catedral	Méx.	3,770	32. Pánfilo	Dgo.	3,168
16. San Rafael	Coah.	3,710	33. Las Nopalesas	Coah.	3,130
17. El Morro	Nvo. León.	3,710	34. Alto las Trinitas	Chiñ.	3,110
			35. La Encantada	B.C.	3,100
			36. Las Chorreras	Dgo.	3,070

CUADRO 4

Otras poblaciones altas en México (excepto ciudades principales ya mencionadas)

2,800 Cuencame, Dgo.	2,138 Atotonilco el Grande, Hgo.
2,583 Calpulalpan, Tlax.	2,130 Chimalhuacán, Méx.
2,526 Atlacomulco de Fabela, Méx.	2,114 Ojo Caliente, Zac.
2,520 Esperanza, Ver.	2,070 Concepción del Oro, Zac.
2,519 Amaxac de Guerrero, Tlax.	2,055 Tecamachaco, Pue.
2,515 Yahquehemecha, Tlax.	2,050 Nochistlán, Oax.
2,483 Cuapiaxtla, Tlax.	2,050 Villa del Coe, Zac.
2,470 Amecameca de Juárez, Méx.	2,022 Tenancingo, Méx.
2,469 Acajete, Pue.	2,020 San Luis de la Paz, Gto.
2,450 San Salvador el Seco, Pue.	2,020 Zacuatzipán, Hgo.
2,372 Tepallaco de Hgo., Pue.	2,000 Zapotlán de Juárez, Hgo.
2,348 El Carmen, Tlax.	1,987 Dolores Hgo., Gto.
2,345 Oriental, Pue.	1,978 San Juan del Río, Quer.
2,340 Tecamán, Méx.	1,955 Villanueva, Zac.
2,331 Amozoc, Pue.	1,942 Lagos de Moreno, Jal.
2,312 Tlalmanaco, Méx.	1,927 Rincón de Romos, (estación en Tepejala) Ags.
2,309 Matepec, Municipio San Juan Teotihuacán, Méx.	1,900 Itapan de la Sal, Méx.
2,309 Aculco.	1,883 Cutzoo, Mich.
2,300 Itzapetla, Méx.	1,860 Yahualica, Jal.
2,284 Aquiles Serdán.	1,870 Río Grande, Zac.
2,280 Chalco, Méx.	1,864 Encarnación de Díaz.
2,280 Huejotzingo, Pue.	1,830 Cajón de la Esperanza, (BC).
2,278 San Martín Texmelucan, Pus.	1,830 Cuauusco, Zac.
2,278 Texcoco, Méx.	1,819 Villa de Reyes, S.L.P.
2,270 Tizayuca, Hgo.	1,813 Zimapan, Hgo.
2,257 Tepeaca, Pue.	1,800 Jalpa, Zac.
2,250 Fresnillo, Zac.	1,790 Xochitlallán, Hgo.
2,238 El Carmen, Tlax.	1,777 Silao, Gto.
2,236 Calera Víctor Rosales, Zac.	1,772 Moroleón, Gto.
2,235 Chilcoapan, Méx.	1,760 Valle de Sanéago, Gto.
2,222 Tulancingo, Hgo.	1,734 Nombre de Dios, Dgo.
2,209 Españita, Tlax.	1,720 Tasquillo, Hgo.
2,160 Acázingo, Pue.	1,703 Santa María del Río, S.L.P.
2,150 Cholula, Pue.	1,700 Lolaitla, Hgo.

CUADRO 5

Estaciones de ferrocarril en México a mayor altura sobre el nivel del mar

ALTURA	ESTACIÓN	MUNICIPIO	ALTURA	ESTACIÓN	MUNICIPIO
3,174	Coronango, Pue.	Cholula	2,583	Calpulalpan, Tlax.	Calpulalpan
3,054	La Cima, Méx.	Ocoyoacan	2,576	Animas, Hgo.	Zempoala
3,040	El Oro, Méx.	El Oro	2,576	Maclovio Herrera, Méx.	Lerma
3,012	Cima, D.F.	México, D.F.	2,573	Lerma, Méx.	Lerma
2,995	Parrés, D.F.	México, D.F.	2,562	La Venada, Dgo.	Durango
2,989	Salazar, Méx.	Ocoyoacan	2,560	Citaltepec, Pue.	Acajete
2,946	Toro, Mor.	Cuernavaca	2,557	Venta del Aire, Méx.	El Oro
2,916	San Martín, Méx.	Huixquilucan	2,551	Del Río, Méx.	Almolonga de Juárez
2,902	Carretera, Méx.	Ocoyoacac	2,549	El Fuerte, Dgo.	Durango
2,839	Ajusco, D.F.	Tlalpan	2,548	Regojo, Dgo.	Durango
2,834	Laurel, Méx.	Huixquilucan	2,548	Ixtahuaca, Méx.	Ixtahuaca
2,802	Tres Cumbres, Mor.	Cuernavaca	2,548	Tultenango, Méx.	El Oro
2,787	Tepuonía, Tlax.	Calpulalpan	2,543	Auda, Pue.	Cuyoaco
2,773	Fresno, Méx.	Ocoyoacan	2,541	Cienega de Los Cab, Dgo.	Durango
2,760	Maravillas, Hgo.	Nopala	2,538	Asaróaguera, Dgo.	Pueblo Nuevo
2,733	Coyotes, Dgo.	Pueblo Nuevo	2,536	Acocotla, Tlax.	Xalostoc
2,732	Neva, Méx.	Huixquilucan	2,532	Manto, Méx.	El Oro
2,721	Arroyo, Tlax.	Calpulalpan	2,531	Iturbia, Tlax.	Calpulalpan
2,707	Jajalpa, Méx.	Ocoyoacac	2,529	Tecajeta, Hgo.	Zempoala
2,706	Macapa, Tlax.	Calpulalpan	2,523	Esclava, D.F.	México, D.F.
2,660	Tauro, Zac.	Noria de Angeles	2,523	Calderrón, Tlax.	S. J. Atanga
2,644	Dos Ríos, Méx.	Huixquilucan	2,522	Flor de María, Méx.	San Felipe Del R
2,640	Toluca, Méx.	Toluca	2,522	Cerrito, Tlax.	S. J. Atanga
2,627	Los Bancos, Dgo.	Durango	2,519	Campero, Méx.	Ctumba
2,626	Palmillas, Méx.	Palmillas	2,517	Bernales, Tlax.	Calpulalpan
2,622	Pres, Méx.	Almolonga de Juárez	2,516	La Luz, Tlax.	Calpulalpan
2,621	La Cruz, Dgo.	Durango	2,510	Sotepéc, Tlax.	Tlaxco
2,612	Doña Rosa, Méx.	Lerma	2,509	Bajo Alamoso, Dgo.	Pueblonuevo
2,600	Somoriel, Hgo.	Singuilucan	2,508	Tepoyac, Hgo.	Tlaxco
2,600	Ocoyoacac, Méx.	Ocoyoacac	2,507	La Trascuila, Tlax.	S. J. Atanga
2,600	Contadero, Tlax.	Calpulalpan	2,505	La Rosa, Pue.	Cuyoaco
2,594	Coconá, Dgo.	Durango	2,500	Baquedano, Tlax.	Torrente
2,594	Tecuán, Dgo.	Durango			

CUADRO 6

Ciudades Americanas (capitales de estado o departamentos) más altas

ALTURA	CIUDAD Y PAÍS	ALTURA	CIUDAD Y PAÍS
3,977	Potosí, Bolivia	2,790	Sucre, Bolivia
3,860	Puno, Perú	2,761	Ayacucho, Perú
3,709	Oruro, Bolivia	2,754	Riobamba, Ecuador
3,660	Huancavelica, Perú	2,750	Cajamarca, Perú
3,627	La Paz, Bolivia	2,651	Toluca, México
3,326	Cuzco, Perú	2,630	Bogotá, Colombia
3,271	Huancayo, Perú	2,608	Guaranda, Ecuador
3,091	Huarás, Perú	2,558	Cochabamba, Bolivia
2,956	Tulcan, Ecuador	2,541	Cuenca, Ecuador
2,850	Latacunga, Ecuador	2,527	Villavicencio, Colombia
2,820	Tunja, Colombia	2,520	Azogues, Ecuador
2,818	Quito, Ecuador	2,509	Ambato, Ecuador

La capital de país más alta del mundo es La Paz, Bolivia, a 3,627m; y la ciudad más alta del mundo es Wenquan, China, a 5,100m, pero hay trabajadores en la mina más alta de Aucanquilcha, Chile, a 6,100m. La montaña más alta del mundo es el Everest (Nepal-Tíbet) a 8,848m; en América el Aconcagua, (Argentina) 6,959m; en Norteamérica el monte McKinley (Alaska) con 6,194m; en África el Kilimanjaro, (Tanzania) de 5,895m y en Europa el Monte Elbrus (Comunidad de Estados Independientes) con 5,645m. El aeropuerto más alto (4,085 m) es El Alto en La Paz, Bolivia. Datos tomados del Almanaque Mundial 1992, Editorial América S.A., 1992.

CUADRO 7

Valores normales para hemoglobina y hematocrito en diversas alturas de México

ALTURA	HEMOGLOBINA		HEMATOCRITO	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
Nivel del mar	16.0 ± 1.2	14.1 ± 1.1	49.3 ± 3.4	43.9 ± 3.2
1,000 m	15.8 ± 0.9	13.8 ± 1.0	48.1 ± 2.5	42.4 ± 2.5
1,860 m	16.8 ± 1.1	14.5 ± 0.9	51.3 ± 3.1	45.0 ± 2.9
2,220 m	17.4 ± 0.9	14.6 ± 1.0	51.5 ± 2.6	44.6 ± 2.7
2,670 m	17.6 ± 1.2	15.3 ± 1.1	53.0 ± 3.3	46.9 ± 3.1
LÍMITE SUPERIOR (MEDIA MÁS 2 DE)				
Nivel del mar	16.3	16.3	56.1	50.2
1,000 m	17.6	15.7	53.1	47.4
1,860 m	18.9	16.2	57.5	50.8
2,220 m	19.2	16.5	56.6	49.9
2,670 m	19.9	17.5	59.5	53.1

Datos tomados de Ruiz-Argüelles y Cols. Am J Hematol 8:265-71, 1980. Los lugares evaluados fueron, a nivel del mar: Acapulco y Veracruz; a 1,000m: Orizaba, Veracruz; a 1,860m: San Luis Potosí; a 2,220m Puebla y a 2,670 m Toluca.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO 8

Puntos altos en la Ciudad de México

LUGAR	ALTURA S.N.M.
Tres Quehites	2,500
Oyamel	3,730
Veguashi	3,080
Donteje	2,500
C. Arandas	2,500
Tolcayuca C. El Rosal	2,500
Los Pinos	3,600
Chichicauhtla	2,700
Peñuela	2,300
Ayalla	2,300
La Estancia	3,220
Jocotitlán	3,900

CUADRO 9

Otros cerros y montañas en el Distrito Federal

NOMBRE	ALTURA S.N.M.
Pelado	3,620
Picacho	3,000
Del Sombrero	3,000
Chiquihuite	2,737
Tecuautzi	2,640
Zacatenco	2,500
La Caldera	2,450
De la Estrella	2,450