
CONSIDERACIONES BIOLÓGICAS SOBRE LA NATURALEZA DE LOS POLVOS CAPTADOS EN LA REGION LACUSTRE DE LA CUENCA DE MEXICO

ÁNGEL SILVA BÁRCENAS

INTRODUCCIÓN

Casi en el centro de la Cuenca de México se encuentra el ex lago de Texcoco, objeto de crónicas y estudios desde hace mucho tiempo por encontrarse en las inmediaciones de un antiguo y gran centro de población. Son muchos y variados los aspectos que el hombre ha abordado para conocer su origen y sus cambios en las distintas épocas, pero hasta ahora muy poco se sabe con certeza. Originalmente la superficie cubierta por el agua en la Cuenca de México era muy grande. Durante las lluvias el piso de la cuenca, a más de 2,200 mts. sobre el mar, recibía en años de abundantes precipitaciones, grandes cantidades de agua, causando inundaciones en casi toda su extensión, cuyos azolves fueron llenando paulatinamente los fondos con sedimentos, formándose los estratos del Cuaternario. Estas inundaciones originaron que se procediera a la desecación del lago y salvar así el constante peligro de invasión de aguas sobre la ciudad de México.

Las distintas épocas sucedidas en el transcurso del tiempo sobre la cuenca, han traído variaciones en su topografía, hidrografía, vegetación, climatología, etc. Por el tiempo en que se originó la Formación Tacubaya (Antropoceno o Cuaternario Inferior), el clima era muy húmedo debido a factores que todavía no se precisan; posteriormente el clima se volvió más seco. El nivel de lo que era lago de Texcoco decreció y sobrevino una etapa sub-húmeda; grandes e importantes fluctuaciones climáticas registradas por la formación del lago, han dejado huellas en las que el hombre ha estado tratando de descifrar la sucesión de esos cambios del pasado.

Al emprender el presente estudio, se encaminó fundamentalmente al conocimiento sobre la forma de dispersión seguida por el polen y esporas, en las distintas épocas del año en la Cuenca de México; pero en los primeros exámenes del material previsto, no solamente se advirtió su importancia para estudios sedimentológicos, sino también el significado del transporte y depósitos de los polvos en general, como consecuencia de los vientos dominantes o de otras causas locales en el medio en el que determinados organismos implican un complejo ecológico en atención a su procedencia o si representan formas *in situ* en cuanto a su medio natural.

Por consiguiente, los resultados que se exponen no sólo permiten la planteación de trabajos en la procedencia y concentración de polvos en la cuenca, sino también se señalan problemas inmediatos de higiene industrial para la capital.

El Seminario para Estudios Cenozóicos del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, deseando contribuir al conocimiento de la sedimentología y a las condiciones atmosféricas actuales en la Cuenca de México, abordó el presente trabajo iniciado a principios de enero de 1958. Las bases empleadas en su desarrollo obedecen a la captación de polvos en atención a las condiciones ambientales de regiones determinadas.

Entre el material recogido por los aparatos capta-polvo destacan muchas estructuras biológicas que representan cifras muy inferiores en comparación al material mineral que es mucho más abundante. Para ilustrar parte de los resultados de esta investigación se representan las cifras obtenidas de tres de las estaciones capta-polvo, las cuales muestran grandes diferencias en partículas unidad, lo que permite juzgar de inmediato la relación del medio geográfico con los factores climáticos.

Aunque se utilizaron ocho estaciones para recoger el polvo en la porción lacustre de la Cuenca de México, sólo se refieren valores de tres de ellas: Estación No.1, Ciprés 176; Estación No. 3, Xochimilco y Estación No. 8, Atizapán de Zaragoza, Méx.

Gracias al impulso del Sr., Ing. Guillermo P. Salas, Director del Instituto de Geología y a la orientación en el desarrollo del trabajo del Sr. Ing. A. R. V. Arellano, Estratígrafo, así como entusiasmo y colaboración del Biólogo Agustín Ayala C. con el equipo micrográfico del laboratorio de foraminíferos del Instituto, ha sido posible llegar a las conclusiones que se exponen.

De gran valor en este estudio, han sido las informaciones proporcionadas por el Ing. A. Báez del Instituto de

Ciencia Aplicada de la Universidad Nacional Autónoma de México y las Q. F. B. H. Bravo A. de la Dirección de Higiene Industrial; también las facilidades obtenidas para la consulta de datos meteorológicos por parte del servicio Meteorológico Mexicano, de Recursos Hidráulicos, de la Comisión Federal de Electricidad, de Aeronáutica Mexicana y del Sr. Ing. Angel Paz M., de Sosa Texcoco, S.A., han ayudado a la realización de nuestros resultados.

* * *

ANTECEDENTES

El hombre a medida que se va proyectando hacia la vida más compleja —como producto de la civilización— incrementa innumerables problemas que se van a reflejar en la alteración funcional de su organismo como respuesta, precisamente, a los cambios originados en el medio ambiente.

De la ciencia —desde los comienzos de su Historia— se han derivado todas las tendencias al mejoramiento de la vida. Dichas tendencias, en nuestro siglo, han traído hondas satisfacciones desde cualquier punto de vista; también son la causa al aumento de actividad intelectual hacia otras ramas del conocimiento. Uno de tantos problemas —como resultado a las Exigencias Técnicas Desarrolladas por el hombre— es el aumento en las Contaminaciones Atmosféricas. Pero las contaminaciones no son un problema de ahora, siempre han existido, ya que el aire constituye la vía inmediata de traslación, no únicamente de productos desechables industriales: gases y partículas de distinta naturaleza sino también de materiales *in situ* tanto minerales como biológicos.

En un principio casi se había llegado al convencimiento de no poder controlar el aumento de impurezas ambientales —en virtud al desarrollo industrial— en su mayor parte concentrado en las grandes ciudades. Como los daños producidos por los efectos de la industrialización se acentuaran cada vez más, la atención del hombre no pudo permanecer indiferente ante las molestias y consecuencias en sus distintos aspectos para su vida y, hasta hace relativamente poco tiempo, han empezado a interesarle seriamente estos problemas.

La génesis de la contaminación del aire se inicia mucho antes que el hombre participara en su historia; en el medio se suceden multitud de procesos que tienden a liberar productos o elementos durante las morfosis del tiempo y de los organismos.

Manifestaciones de la Contaminación del Aire.—Quizá fue Londres la Ciudad donde se advirtieron por vez primera las molestias a causa del desequilibrio ambiental —a raíz de su incremento industrial— señalados por John Evelyn en 1661, cuando aconsejó el desplazamiento de las fábricas, en Londres, que implicaran una contaminación del aire por el humo y otros gases como resultado de las combustiones. Por entonces esta observación no tuvo mayor trascendencia y, para ello, hubieron de pasar casi 300 años para que se iniciaran básicas medidas en el control de las contaminaciones del aire, cuando se registrara en diciembre de 1952, una de las consecuencias más serias con resultados de muchos casos mortales.

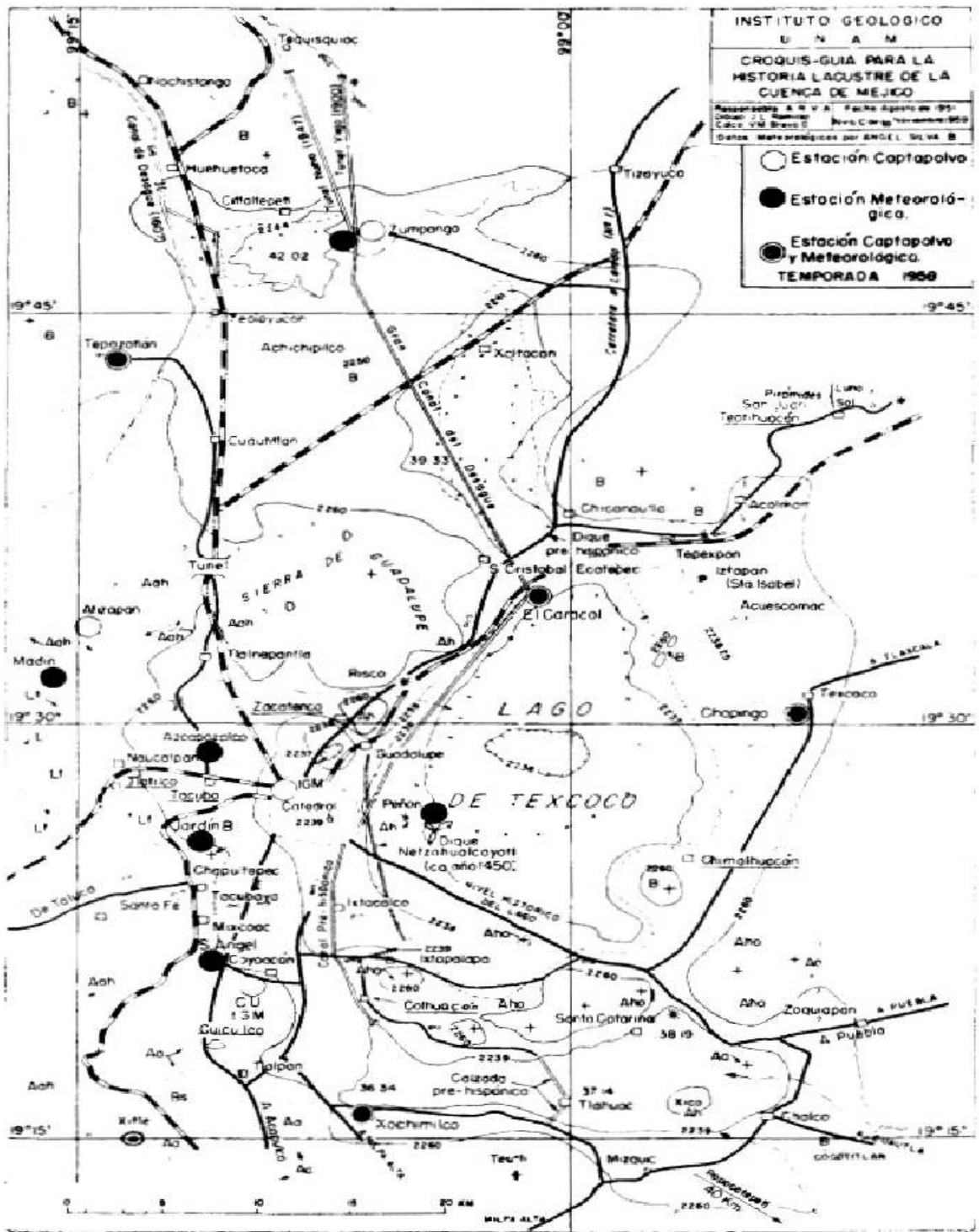
Al aumentar cada vez más las molestias ocasionadas por productos de desecho en el proceso industrial, en Inglaterra, pronto se sucedieron regularmente, a partir de 1801 a la fecha, una serie de organizaciones tendientes a resolver o aminorar, cuando menos hasta donde fuera posible, la inquietud por el aumento en la concentración de impurezas del aire. Actualmente los progresos logrados por esas instituciones no pueden ser más satisfactorios, gracias a la forma armónica adoptada para lograr sus resultados.

Durante la fundición de metales, como el plomo, cobre y zinc, se desprenden gases que lesionan los tejidos vegetales, según datos de 1900 y 1930; los gases de aluminio, tratado por electrólisis, hacen daño al hombre, como sucediera en la Provincia de Trento, Italia 1927, al registrarse muchos casos de intoxicaciones.

Contaminación en la Ciudad de México.—Cuando el desarrollo de las actividades se acrecientan en cualquier ciudad, se van haciendo patentes muchas irregularidades cada vez más; las condiciones higiénicas progresan aparentemente, pero la variada actividad en áreas limitadas tiende a viciar ascendentemente el medio natural de toda la población.

En México el interés despertado por la contaminación ambiental, de origen industrial, se inicia cuando la atención pública empieza a reparar sobre las llamadas tolveneras que se suceden en la ciudad en ciertas épocas del año. La práctica de esta actividad jamás había constituido una preocupación concreta tendiente a la elaboración de trabajos para conocer las causas de las molestias periódicas, fundamentalmente en el seno de la Ciudad de

México.



Es curioso referir cómo en Inglaterra la tensión pública por las molestias de humos y malos olores se inicia precisamente unas cuantas décadas antes de la llamada Preponderancia Inglesa que abarcara de 1715 a 1763. En la Ciudad de México esas molestias adquieren análogas características hasta hace apenas unos cuantos años. Y aunque la literatura novohispana señale algunos acontecimientos sobre la naturaleza ambiental, principalmente de la Cuenca de México, por estar en ella lo que más tarde sería la Ciudad de México, no pasan de ser simples referencias o reseñas cuyos propósitos no dejan de representar sólo lucubraciones.

Enrico Martínez, por su parte, refiere con justicia, a principios del siglo XVII, las malas condiciones higiénicas de la ciudad; pero las apreciaciones que hace acerca de la visibilidad, son del todo erróneas, pues atribuía la mala transparencia a los vapores de agua en especial del Lago de Texcoco.

Prácticamente los estudios de la contaminación del aire por la industria, adquieren una forma consciente apenas en los últimos 20 años, pues el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales señala, en sus estudios iniciados en 1942, el alcance del aumento bacteriano en el aire con las tolvaneras; últimamente el Instituto de Ciencia Aplicada de la U.N.A. y la Dirección de Higiene Industrial de la Secretaría de Salubridad, también han emprendido interesantes estudios que sin duda alguna contribuirán al impulso para adoptar las normas que deban seguirse en el futuro para impedir en lo que sea posible, las contaminaciones atmosféricas, en particular de los centros urbanos.

Antecedentes con resultados desagradables, en muchas ciudades, por las contaminaciones del aire en los últimos años, ponen de manifiesto la necesidad imperante de armonizar la actividad del Hombre en atención a las condiciones del medio en donde vaya a desenvolverse para su progreso.

MÉTODO EMPLEADO

A partir de enero de 1958 se establecieron ocho estaciones capta-polvo para recoger los polvos en la Cuenca de México en atención a la parte central y a los puntos cardinales de la zona lacustre (Fig. 1) Dichos aparatos son de lámina galvanizada, con dos series de gavetas, una superior y otra inferior, en las que se colocaron das láminas de vidrio (26 x 76 mm.) impregnadas con una delgada capa de glicerina para la captación de las partículas.

Impregnadas las láminas de vidrio con glicerina quedan adheridas a ella el polvo. A fin de evitar las contaminaciones se cubrieron los portaobjetos con laminillas de 22 x 40 mm. utilizando en su periferia una delgada capa de cemento Duco No. 5458 cuya adherencia se hace rápida, y permitiendo en esta forma el transporte de las muestras desde las estaciones capta-polvo sin el peligro de contaminación; las láminas se recogieron cada semana para contar las partículas de cada una de las estaciones capta-polvo, utilizado para ello un microscopio petrográfico Leitz Wetzlar con ocular 1 x 5, objetivo 1 x 3,2 y una cuadrícula micrométrica (Fig. 2, a).

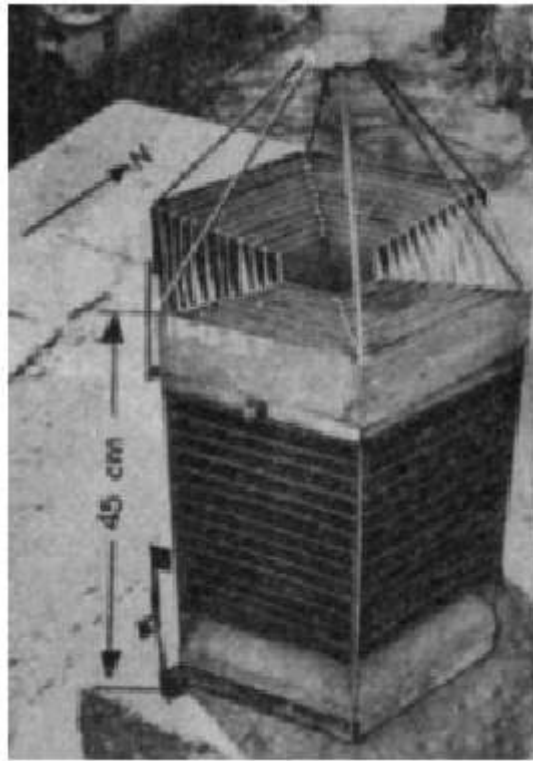


Fig. 1. Aparato capta-polvo típico, instalado en la estación Núm. 8, azotea de la parroquia del pueblo de Atizapán de Zaragoza, Méx. La "N" señala el norte. (Foto A. Silva B.).

Recolección.—A fin de recoger los polvos tanto flotantes en la atmósfera, como los transportados lateralmente por los vientos, se situaron dos láminas de recepción ($2x$), una en la parte superior y otra en la inferior, ambas en dirección a los vientos dominantes (norponiente y nororiente). En la cuantificación se tomó la media aritmética de las dos láminas ($n/2$) y se estimó asimismo el número de partículas en un tiempo (t) de siete días cuyo número global (w) representa las partículas de polvo por microárea.

Análisis cuantitativo.—Se hizo tomando como unidad de superficie la microárea (ua) en la cual se consideró el número total de partículas caía en períodos de siete días.

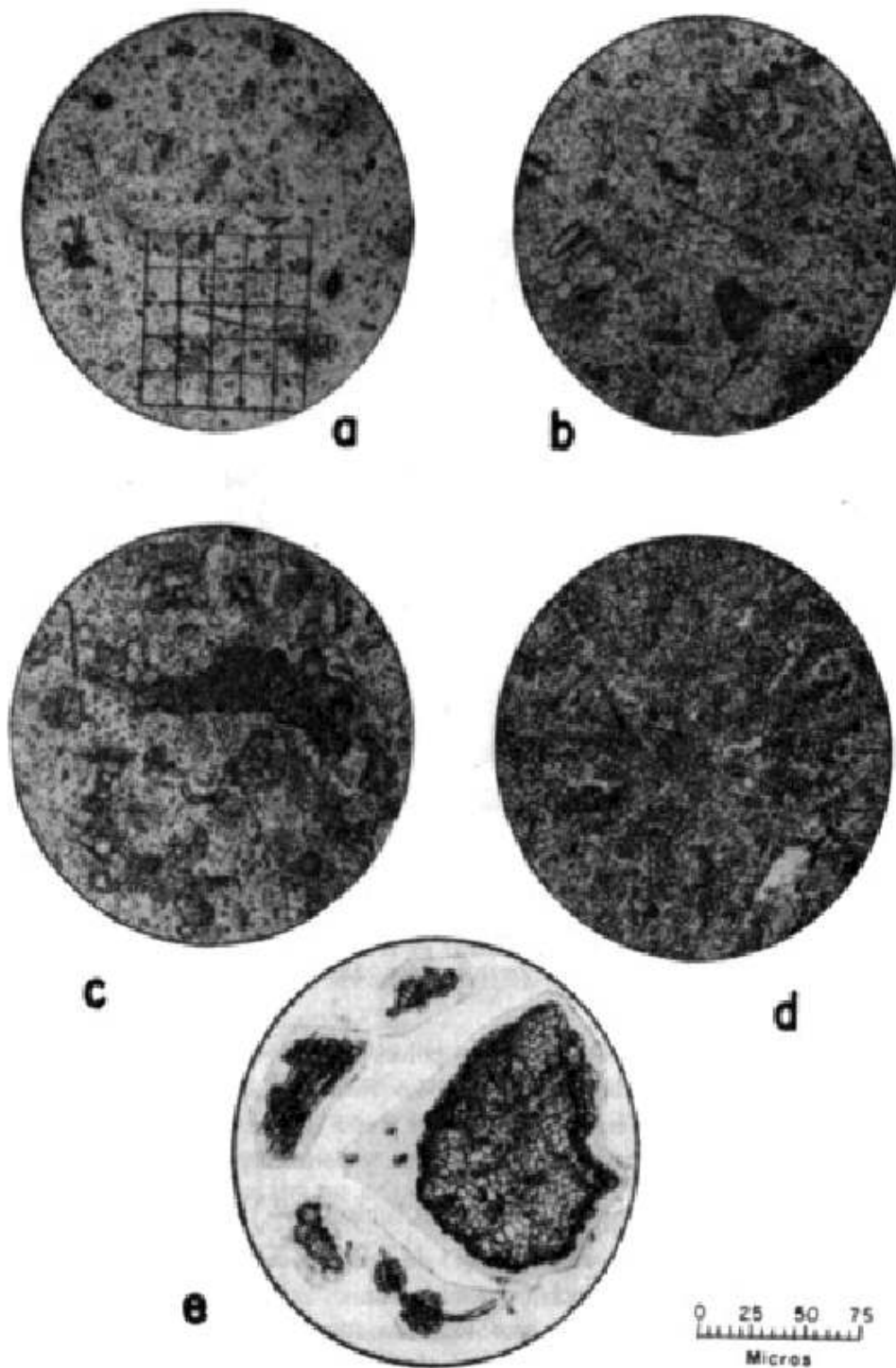


Fig. 2. Aspecto del campo óptico, según la cantidad de polvo sobre el portaobjeto. (Dibujos de A. Silva B.).

Fig. 2. Aspecto del campo óptico, según la cantidad de polvo sobre el portaobjeto. (Dibujos de A. Silva B.).

Según la cantidad de polvo sobre la lámina de vidrio (Fig. 2), las partículas adoptan disposiciones distintas que se pueden reducir a cuatro formas principalmente: a, el polvo no es abundante y permite la cuantificación sin dificultad; b, c, d, y e, las partículas de polvo se aglomeran, forman grumos y su cuantificación se logra tomando en consideración los límites entre partícula y partícula; d y e, cuando las partículas se aglomeran a un grado máximo, cubriendo totalmente la superficie de la lámina de vidrio, la apreciación, para el número de partículas, se logra al distinguir las sucesivas capas de polvo, las cuales pueden advertirse por las aristas de las partículas al quedar limitadas entre sí (Fig. 2, e).

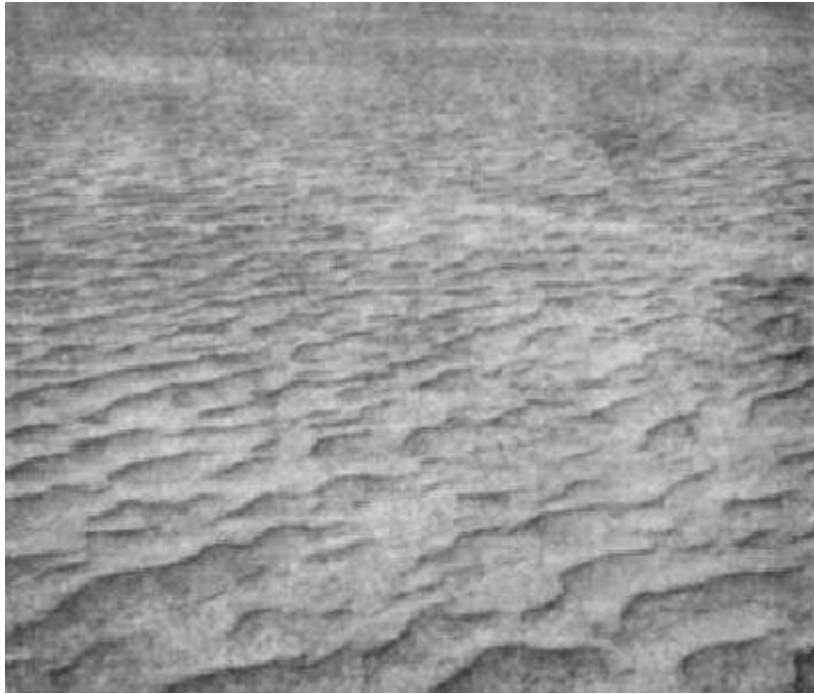


Fig. 3. Vista hacia el Sur de la porción del ex Lago de Texcoco, a 11 Km. Al Poniente de la población del mismo nombre. Las marcas que se ven sobre la arena corresponden a la dirección del viento que, en épocas de lluvias, y dado lo somero de la capa de agua, que probablemente en ninguna parte excede los 50 cm., logra imprimir sus pulsaciones energéticas en el fondo lodoso. (Foto A. Silva B.).



Fig. 4. Dirección de los vientos en la Cuenca de México.

Estudio microscópico.—Al cruzar los nícoles del microscopio, se produce luz polarizada que permite discriminar entre material ópticamente isotrópico y aquel que es ópticamente anisotrópico. En el primer grupo se encuentra el vidrio volcánico que en estas investigaciones resulta de la mayor importancia, pues es muy rara la preparación que no lo contenga; el ópalo de origen vegetal también está comprendido en este grupo, lo cual permite identificar fragmentos de diatomeas que de otro modo se escaparían. El grupo anisotrópico se constituye principalmente por partículas de cargo, feldespatos y ferromagnesianos, determinables por métodos petrográficos usuales. Los fragmentos opacos, bien sean minerales o biológicos se identifican por su forma externa.

$$\text{Material mineral: } 2x = \frac{n}{2} = W$$

$$\text{Material biológico: } 2x = \frac{d}{2} = \frac{b^6}{W}$$

La presencia de partículas biológicas más o menos abundantes durante las distintas épocas del año, permiten establecer períodos de frecuencia para cada una de ellas, que han de servir en la interpretación del grado de impurezas, en tiempos determinados para el aire, así como las posibilidades de su procedencia para la sedimentación en la Cuenca de México.

Flora y fauna atmosféricas son la respuesta de condiciones dominantes ambientales, las cuales determinan su traslado y sus caracteres morfológicos esenciales.

Resultados obtenidos de la cuantificación de polvo por microárea (millonésima parte de un área, o sea un cm^2), permiten estimar una superficie de 4000 kilómetros cuadrados de la Cuenca de México afectada por los remolinos de polvo que tienen su origen en el lago de Texcoco al encontrarse corrientes frías del norponiente con las que vienen del sur con temperatura más elevada.

Según resultados, los análisis cuantitativos permiten asignar regiones a cada estación para el cálculo de volúmenes y dispersión del polvo de acuerdo con los vientos en la cuenca, estimando un valor en millones de partículas por microárea al año. De este modo, en la estación No. 1 se registraron ciento sesenta y un millones; en la estación No. 2, ciento setenta y un millones; en las estaciones Nos. 3 y 4, doscientos seis y ciento cuarenta y cinco millones; para la estación No. 5, ciento noventa y un millones y para las estaciones Nos. 6, 7 y 8, ciento cincuenta y ocho y doscientos millones.

Las cifras registradas semanales, mensuales y anuales, evidencian las fluctuaciones de los cambios ambientales durante tiempos determinados, en la cantidad y naturaleza de partículas tipo biológico y mineral. Por lo que se refiere al tamaño medio de partículas de polvo, éstas oscilan entre un 65% de 3 micras un 20% de 14 micras y un 15% de 25 micras.

Estos valores, expresados para las dimensiones medias, no comprenden las partículas de mayor tamaño debido a que son escasas, lo que permite considerar, que éstas no influyen en el valor medio de los polvos numéricamente dominantes.

El aire, por constituir un coloide complejo implica la existencia de partículas muy pequeñas, posiblemente menos de 0.001 de micra, y que por consiguiente están fuera del campo resolutivo de cualquier medio óptico. Esta circunstancia interviene para dejar fuera de toda consideración no sólo aquellas partículas de menos de una micra, sino también las de naturaleza micelar.

Proporción de Partículas.—Entre el número total de partículas, las biológicas representan cifras muy bajas. Es esta la causa por la cual se vio la conveniencia de estimar las partículas biológicas en partes por millón y no en cientos, para no obtener valores demasiado pequeños en las proporciones semanales y mensuales.

CONSECUENCIAS BIOLÓGICAS

Las condiciones climáticas que prevalecen en la Cuenca de México se pueden considerar bajo dos tipos esenciales: a) Las que se originan por las *Variaciones Periódicas o Estacionales*, en las que la Constante Funcional de cualquier organismo tiende a oscilar en su acomodación; b) las que se derivan en las *Variaciones Concomitantes de Sucesión*, las cuales son características para cada región, donde los efectos dependen de una serie de factores complejos que se determinan por las condiciones geográficas del medio.

Principalmente en la Ciudad de México, dichas Variaciones Concomitantes de Sucesión, se traducen en graves molestias tanto por los polvos del ex-Lago de Texcoco, como por el polvo y gases desprendidos por la industria en los procesos de manufactura.

Entre los polvos que significan alteraciones biológicas específicas, se pueden señalar los siguientes, ya se trate de minerales como: el carbón, sílice, cal, arena, porcelana o polvos metálicos: de hierro, acero, cobre, arsénico, así como aquellos de origen vegetal: almidón, harina, algodón, etc. o los derivados de animales: seda, lana, cerdas, pelos, plumas, escamas, huesos, etc.; junto con los polvos se encuentran en el aire "partículas" biológicas de distinta naturaleza: esporas, hongos, quistes, algas, etc., también responsables de muchas anomalías en el organismo.

SITUACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS CUYOS DATOS FUERON UTILIZADOS EN ESTA INVESTIGACION (CUANDO NO COINCIDEN CON LAS DE CAPTA-POLVO)

<i>Estación capta-polvo</i>	<i>Localidad</i>	<i>Estación Meteorológica</i>	<i>Localidad</i>	<i>Distancia y Dirección a la Estación Meteorológica</i>
I	Ciprés 176, D.F. (Alam. Sta. Ma.) I. G. M.	J. Botánico Atzacapotzalco	Chapultepec, D. F. Atzacapotzalco, D. F.	4 km. al surponiente
II	Cd. Univers. D.F.I.G.M.	San Angel	S. Angel, D. F.(Villa Obregón)	4 km. al norponiente 2 km. al norponiente
III	Xochimilco, D.F.	Local	Local	
IV	Chapingo, Mex.	Local	Local	
V	El Caracol, S. Cristóbal Ecatepec, Mex.	Local	Local	
VI	Zumpango de la Laguna Mex.	Km. 46+930	Gran Canal	1 km. al poniente
VII	Tepozotlán, Méx.	Local	Local	
VIII	Atizapán de Zaragoza, Méx.	Madín	Madín, Méx.	3 km. al surponiente

Como principales industrias que liberan productos tóxicos son las de fabricación de sustancias químicas y fotográficas blanqueo de materiales, preparación de barnices y pinturas, vidrio, cerámica, papel tapiz, tintas, caucho, hule vulcanizado, celuloide, azúcar, amoníaco, hielo, espejos, termómetros, máquinas al vacío por el mercurio y todas las industrias metalúrgicas.

Influencia en la Vida Animal.—Aunque el organismo con sus sistemas reguladores y de protección impide la penetración de polvo en grandes cantidades que dañen partes vitales, es de todos sabido que determinadas partículas pueden ser las responsables de lesiones variadas tanto internas como externas.

El desprendimiento del pelo, pezuñas, pestañas, etc., es causa indudable de reacciones endógenas provocadas por agentes provenientes de distintos medios.

Aunque los estudios sobre contaminación atmosférica por la industria no han alcanzado una preponderancia, se tienen conocimientos de que las irritaciones de los ojos, de la piel y del sistema respiratorio, son motivo de las impurezas ambientales a las cuales también se les atribuye el cáncer pulmonar (más común en las zonas urbanas que en las rurales) y distintas manifestaciones de intoxicación en el hombre.

Muchas sustancias tóxicas pueden ejercer su acción en forma de vapor, de polvo o de cuerpos sólidos y líquidos, a través de las vías respiratoria, digestiva y cutánea.

Influencia en la Vida Vegetal.—Las magnitudes que pueden alcanzar los daños en las plantas por las impurezas del aire dependen de muchos factores: naturaleza y concentración de las contaminaciones en el aire, tipo de suelo y su concentración en materia orgánica, humedad relativa, duración de las sustancias tóxicas en el ambiente; tiene que ver mucho también la capacidad vital, estado de crecimiento y la luz ambiental en los vegetales.

Entre los efectos aparentes sufridos en las plantas por sustancias fitotóxicas, se señalan la atenuación del crecimiento, pérdida del color verde de las hojas (tornándose amarillentas o blanquiscas), defoliación (caída de las hojas) y con frecuencia hasta la muerte. El ozono (O₃) influye en la permeabilidad de las células; en general los oxidantes en la atmósfera tienen influencia sobre la fotosíntesis, respiración y crecimiento de las plantas. Tales efectos aún no se han podido demostrar satisfactoriamente. Sin embargo, Hull y Went, han reportado que las fumigaciones con humo retardan el crecimiento en algunas plantas; también en la Universidad de California se encontraron similares efectos, sobre plantas en crecimiento, al someter su ambiente a concentraciones de ozono y vapor de gasolina.

En las zonas urbanas las condiciones ambientales están sujetas a una constante oscilación en la acumulación de sustancias tóxicas para los vegetales, entre las cuales están el bióxido de azufre (SO₂), el fluoruro de hidrógeno (H₂F₃), el cloro (Cl₂), el ácido clorhídrico (HCl), el monóxido y bióxido de nitrógeno (NO y NO₂), el ácido sulfhídrico (H₂S), amoníaco (HN₃), ácido cianhídrico (HCN), el mercurio (Hg) el etileno (C₂H₄); la acción de las sustancias

tóxicas se experimenta a través de los estomas de las hojas.

Fisiológicamente los polvos sólo podrían ser letales para las plantas, al depositarse sobre éstas en grandes cantidades, como se advierte en las plantas próximas a las fábricas de cemento, en que las ramas y las hojas no alcanzan su tamaño ni aspecto normal.

Cuando los polvos son transportados en grandes cantidades por los vientos dominantes (capaces de formar dunas), pueden quedar enterradas comunidades forestales enteras que al cambiar de dirección los vientos, aparecen como ramas y troncos de bosques enterrados. De estos hechos se encuentran ejemplos elocuentes en muchos lugares secos del mundo.

CONCLUSIONES

Apreciaciones locales sobre la secuencia seguida en la dispersión de polvo sobre la Cuenca de México permiten relacionar las condiciones naturales del ambiente (temperaturas, precipitaciones, evaporación, presión, visibilidad, etc.), con la actividad humana y los ciclos biológicos de la flora y fauna que se suceden durante el año. La presencia de variadas formas orgánicas en cada una de las estaciones capta-polvo y también dentro de períodos determinados durante el año permiten deducir el curso no sólo de las condiciones atmosféricas, sino también la procedencia de los polvos llevados por el viento y la interpretación para la sedimentología en toda la cuenca.

Variaciones.—Todas las estaciones capta-polvo muestran numéricamente una variación decreciente de partículas de polvo. De enero a junio las cifras alcanzan su máxima elevación, de julio a septiembre vuelven a decrecer las poligonales y aumentar nuevamente de octubre a junio.

La cantidad y tamaño de partículas es mayor durante los meses de enero-abril. Esta abundancia en número de partículas se debe a la casi carencia de humedad del suelo y a su poca resistencia para ser arrastrado por el viento; el tamaño de las partículas está relacionado con el estado físico que guardan entre sí. A este hecho se debe que durante las épocas secas el tamaño dominante de partículas, sea de 14 micras, en cambio en los meses de lluvias dominan partículas de 3 micras. La diferencia de tamaños se debe a la individualidad de partículas, es decir que en períodos secos las partículas unidad, constituyen formaciones grumosas, casi compactas que impiden la apreciación individual de cada una de ellas.

Por lo contrario, en las lluvias, el número de partículas aparentemente es mayor, hecho del todo incierto si se toma en cuenta que la acción de la lluvia tiende a disociar las partículas que forman los grumos, tomando el polvo formas de tamaño más pequeñas. Es esta la razón por la cual las gráficas muestran cifras de polvo más elevadas durante las lluvias.

* * *

CONSIDERACIONES BIOLÓGICAS SOBRE POLVOS

Estación N° 1 (Cp. 176, Alameda Sta. Norte)

Meses de Observación		PARTÍCULAS DE POLVO POR MICROGRAMA (valor a cm ²)		CONDICIONES AMBIENTALES *										
		VALORES CALCULADOS A 24 HRS		VARIACION MENSUAL										
		BASE MENSUAL	BASE MENSUAL	Temperatura (°C)		Humedad (%)		Viento (km/h)		Visibilidad (km)		Otras condiciones		
FECHA	BASE MENSUAL	BASE MENSUAL	Max	Min	Max	Min	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel
ENERO	1	25,034	4,802											
	2	23,104	4,802	414	17	8	79	10	109	75				
	31	22,148	4,229											
FEBRERO	17	105,027	5,122											
	25	101,227	17,968	101.99*	17.968	22	3	79	2	2	13			
	28	98,217	29,816											
MARZO	1	66,874	28,219											
	2	66,740	28,422											
	17	149,142	12,282	127,944	27.09	27	4	79	0	0	158			
ABRIL	1	174,998	21,900											
	11	124,800	26,541											
	15	276,232	21,224											
MAYO	1	249,071	20,981	475,224	22.198	24	10	79	3	13	102			
	28	210,080	18,886											
	30	241,252	8,252											
JUNIO	1	220,403	20,909											
	9	221,222	14,722											
	17	275,144	12,222	388,306	5.777	24	10	80	18	19	124			
JULIO	1	422,222	6,222											
	28	377,453	12,724											
	31	313,124	2,422											
AGOSTO	1	282,222	4,222											
	18	276,200	4,222	498,272	2,822	24	13	80	25	171	128			
	29	247,199	1,222											
SEPTIEMBRE	1	440,000	1,222											
	11	552,222	870											
	1	450,277	720	498,288	1,222	21	12	81	21	240	114			
OCTUBRE	1	522,300	1,222											
	11	497,557	1,222											
	1	412,274	1,222											
NOVIEMBRE	1	412,800	4,883											
	8	491,429	1,828	474,3	2,701	24	11	81	23	10	184			
	28	498,742	2,527											
DICIEMBRE	1	532,841	3,860											
	1	610,240	3,869											
	17	551,801	4,551	504,447	8,221	23	7	79	22	141	104			
TOTAL AÑOS	1	499,114	5,140											
	27	528,222	7,854											
	31	422,222	2,752											
TOTAL AÑOS	1	787,022	1,828	50,470	2,222	22	11	81	19	88	98			
	27	327,422	2,222											
	31	598,122	1,222											
TOTAL AÑOS	1	422,222	4,222											
	7	322,222	4,217	427,272	3,573	21	9	81	12	77	80			
	24	802,029	2,822											
TOTAL AÑOS	1	302,429	2,724											
	9	302,020	4,800											
	8	782,828	2,999	882,215	1,858	19	4	81	8	22	50			
TOTAL AÑOS	1	1282,199	3,322											
	17	622,272	1,308											
	31	922,222	5,222											
TOTAL AÑOS				154,542,222	2,222									

VISIBILIDAD
 T = Visibilidad uniforme en todas direcciones
 1 = Rumbos de máxima transparencia
 2 = Rumbos de mínima transparencia

* Valores interpolados de las estaciones meteorológicas de Atzacotalco y Chapultepec (orden geográfico).

INSTITUTO DE BIOLOGIA
 U. N. A. M.
 Responsable: Dr. Silvio B. Fecha: 958
 Aprobado: Ing. Guillermo P. Solís
 (Gibudo D. Sandoval C. N° A 1)

ANGEL SILVA BÁRCENAS

Estación N°3 (Neohimico, D.F.)										
PARTICULAS DE POLVO POR MICROAREA (Mu/a cm ²)						CONDICIONES AMBIENTALES Datos Observatorio local				
AÑO	MESES	FECHAS	VALORES CALCULADOS A 24 HRS.			VARIACION MENSUAL				
			BASE SEMANAL	BASE MENSUAL	Proporción entre el número total de partículas y las biológicas	Promedios de temperatura (°C)		Días con lluvia	PRECIPITACION (mm)	
			NÚMERO TOTAL DE PARTICULAS	BASE SEMANAL	BASE MENSUAL	MÁXIMA	MÍNIMA			
1954	ENERO	1	726,129	4,102						
		8	566,316	4,552						
		15	625,420	4,722	648,692	2,900	25	18	1	1
		22	706,692	3,142						
		31	708,310	4,497						
	FEBRERO	5	426,657	4,344						
		12	410,783	3,142						
		19	311,744	4,424	678,042	4,755	25	18	1	0
		26	1023,118	2,585						
		30	1802,658	2,522						
	MAYO	3	323,714	2,060						
		10	423,310	2,454						
		17	515,258	2,007	401,840	2,310	25	1	15	158
		24	584,722	2,112						
		31	584,278	2,981						
JUNIO	7	497,484	2,608							
	14	555,547	3,438							
	21	555,721	2,342	844,398	2,034	26	15	18	370	
	28	530,310	1,957							
	30	604,692	1,222							
JULIO	6	578,836	1,508							
	13	482,775	2,615							
	20	738,688	2,127	581,100	1,676	25	15	23	302	
	27	548,090	1,810							
	31	328,043	1,044							
AGOSTO	2	444,720	1,438							
	9	585,726	1,440							
	16	625,734	1,814	422,048	1,554	24	12	14	288	
	23	478,842	1,408							
	31	417,600	2,004							
SEPTIEMBRE	6	480,436	1,881							
	13	407,534	1,452							
	20	403,562	1,158	422,604	1,571	18	13	24	318	
	27	503,773	1,370							
	30	63,158	1,755							
OCTUBRE	4	430,528	2,022							
	11	410,355	1,584							
	18	444,685	1,653	448,245	1,410	26	12	14	57	
	25	425,447	1,524							
	31	600,132	3,757							
NOVIEMBRE	8	392,456	3,414							
	15	425,271	2,142							
	22	419,542	2,135	484,800	2,267	25	11	14	74	
	29	522,171	2,378							
	30	644,287	2,128							
DICIEMBRE	13	620,799	1,722							
	20	734,058	1,474	638,676	2,855	20	6	5	22	
	27	535,147	3,782							
	31	498,607	4,282							
	31	481,047	4,782							
1953	ENERO	10	673,402	4,535						
		17	522,244	5,584	530,259	3,047	22	2	4	0
		24	482,314	4,567						
		31	757,378	6,193						
		31	696,400	4,481						
FEBRERO	4	606,400	4,253							
	11	736,114	4,458	755,860	4,866	24	12	2	0	
	18	468,816	5,088							
	25	468,816	5,088							
TOTALES				206,490,874	256,225			149	1460	

INSTITUTO DE GEOLOGIA
U. N. A. M.

Responsable: A. Silva B.
 Ayud. Ing. Guillermo P. Sclay
 Dibuj. J. del Rincón G.

Fecha 1958
 N° C. I. D.

CONSIDERACIONES BIOLÓGICAS SOBRE POLVOS

Estación N.º 8 (Atlixcoatlán, Ver. 4000 metros, Méx.)												
PARTÍCULAS DE POLVO POR MICROGRAFA (Mc/g. cm ³)						CONDICIONES AMBIENTALES (Estación meteorológica: Méx., Méx.)						
Mes	Día	VALORES DE OULACOS A 24 HRS		BASE SEMANAL	BASE MENSUAL	VARIACION MENSUAL						
		Número total de partículas	Número de partículas biológicas			Promedios de TEMPERATURA (°C)	Humedad (H ₂ O)	Velocidad del viento (Km/h)	Presión atmosférica (mm Hg)	Visibilidad (Km)		
ENERO	1	388,200	6,708									
	8	366,600	3,928									
	15	366,000	6,198									
	22	454,200	6,588									
	29	552,200	4,800									
FEBRUERO	5	815,200	4,247									
	12	300,200	4,493									
	19	445,400	3,178									
	26	597,100	5,120									
	3	300,000	4,888									
MARCHO	10	704,100	3,886									
	17	781,000	3,370									
	24	441,000	4,921									
	31	651,875	3,480									
	7	782,821	3,671									
ABRIL	14	915,549	1,662									
	21	400,571	1,359									
	28	621,762	4,111									
	5	655,264	1,018									
	12	300,507	1,784									
MAYO	19	401,000	1,655									
	26	500,000	309									
	2	615,222	671									
	9	500,000	884									
	16	408,777	658									
JUNIO	23	401,000	883									
	30	477,780	482									
	7	447,100	1,578									
	14	486,120	618									
	21	4,920	163									
JULIO	28	467,762	711									
	4	394,000	878									
	11	365,000	804									
	18	555,310	1,100									
	25	291,000	1,228									
AGOSTO	1	540,000	1,009									
	8	707,000	1,200									
	15	707,000	1,200									
	22	707,000	1,200									
	29	668,400	1,391									
SEPTIEMBRE	6	668,400	2,089									
	13	438,000	1,750									
	20	656,442	184									
	27	398,000	1,073									
	4	300,000	1,003									
OCTUBRE	11	731,214	780									
	18	640,000	1,001									
	25	786,000	1,770									
	31	498,100	1,172									
	7	821,714	959									
NOVIEMBRE	14	468,000	1,144									
	21	341,000	1,184									
	28	718,000	2,374									
	5	709,000	1,235									
	12	800,000	970									
DICIEMBRE	19	663,310	1,074									
	26	800,000	1,094									
	3	800,000	2,195									
	10	817,112	2,195									
	17	446,000	2,301									
ENERO	24	481,000	3,103									
	31	444,100	2,671									
	TOTAL	188,844,000	773,298									

* La visibilidad permaneció uniforme a 1 Km. hacia el norte y oriente durante el año.

INSTITUTO DE GEOLOGIA
J. N. S. M.

Responsable: A. Silva B. Fecha: 1958
Aprobó: Ing. Guillermo R. Solas
Dibujó: J. Guzmán G. N.º H. 31

BIBLIOGRAFÍA

ARELLANO, A. R. V., (1951). Estratigrafía de la Cuenca de Méjico. Mem. Congr. Cient. Mexicano, t. III, pp. 172-186.

- , (1953). Déserts Actuels et Anciens. Barrilaco Pedoclocal, a Stratigraphic Marker Ca.5,000 B. C. and its Climatic Significance. Congr. Geol. International, Alger. sobret. fasc. VII, pp. 53-76.
- BELTRÁN, E., (1958). El Hombre y su Ambiente. Ensayo sobre el Valle de México. Fondo de Cultura Económica México, 258 pp.
- CAÍN, S. A., (1951). Fundamentos de Fitogeografía. Tr. Felipe Freir. ACME AGENCY, Argentina, 659 pp.
- CARRASCO, P., (1945). Meteorología. Fondo de Cultura Económica, México, 257 pp.
- CLISBY, K. H. - SEARS, P. B., (1955). Microfossil Profiles under Mexico City Correlated with the Sedimentary Profiles. Palynology in Southern North America, Bull. Geol. Soc. America. Part III, v. 66, pp. 511-520, 2 pls.
- COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO. Bol. Hidr., (1952) n. 1, 300 pp.
- , (1953), n. 2, pp. 7-8, 132.
- , (1955), n. 5, pp. 102-193.
- , (1956), n. 7, pp. 76-125.
- , (1957), n. 8. pp. 30, 52-276.
- , (1957), n. 9, pp 76-85.
- , (1958), n. 10, pp. 13, 82-153.
- CROXTON, F. E. - COWDEN, D. J., (1959). Estadística General Aplicada. Tr. Teodoro Ortiz y Manuel Bravo. Fondo de Cultura Económica, México-Buenos Aires 710 pp.
- DEEVEY, E. S., (1957). Limnologic Studies in Middle America. New Haven Connecticut, U. S. A., v. 39, pp. 213-328.
- DIRECCION GENERAL DE HIDROLOGIA, (1952). Instructivo para la operación de estaciones Climatológicas México. 50 pp., 101.
- EMBERGER. L., (1954). Projet d'une Classification Biogéographique des Climats. (Les Divisions (cologiques du Monde). C. N. R. S.. Paris, n. LIX, pp. 5-11.
- FAIT. W. L., (1959). Air Pollution Control. New York. J. Wiley and Sons, Inc. 259 pp.
- FEINBRUN, N. - RAHAT, A. - TAS, J. (1959). Further studies in atmospheric pollen in Jerusalem. Bull. Res. Council. Israel, Sect. D. t. 8D, n. 1, pp. 31-39.
- FISHER R. A., (1949). Métodos Estadísticos para Investigadores Tr. de la 10a. ed. ingl. por Juan R. Magan y Juan J. Ruiz Rubio. Aguilar, Madrid, 322 pp.
- HEIM, R., (1954). L'Act:on de l'Homme sur le Milieu Naturel. (Les Divisions Ecologiques du Monde). C.N.R.S.. Paris, n. LIX, pp. 107-116.
- KOEPPE, W., (1948). Climatología. Vers. Pedro R. Hendrichs Pérez. 1a. ed. Fondo de Cultura Económica, México, 478 pp.
- MAKHON' KO K. P., (1959). Size distribution of atmospheric dust particles. Izvest. Akad. Nauk S.S.S.R., Ser. geofiz., n. 8 pp. 1235-1237 2 fig. Tr Amer. geophys. Un., 1960, pp. 889-891, 2 fig.
- MALLETTE, F. S., ea., (1955). Problems and control of air pollution. Reinhold Publ. Corp. N. Y.. 272 pp.
- MARTÍNEZ. H., (1948). Repertorio de los Tiempos e Historia Natural de Nueva España. Escr. e imprs. en México en 1606. S.E.P., México c. 317 pp.; pp. 179-181.
- MOOSER, F. - WHITE, S. E. - LORENZO, J. L. (1956). La Cuenca de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 51 pp.

OGDEN, E. C. - LEWIS, D. M., (1960) Airborne pollen and Fungus spores of New York State. New York State. Mus. Sci. Serv. Bull., n. 378, 104 pp., 75 fig.

OOSTING, H. J., (1951), Ecología Vegetal. Tr. José G. Vicente. Aguilar, Madrid. pp. 126-154. 158-205.

PIÑA CHAN, R., (1955). Las culturas preclásicas de la Cuenca de México. Fondo de Cultura Económica. México, 115 pp.

REICHE, C., (1926). Flora Excursoria en el Valle Central de México. Talleres Gráficos de la Nación, México, 303 pp.

REVUE DE L'ASSOCIATION POUR LA PREVENTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE (1959). Paris, n. 1, 38 pp.

———, (1960). Paris. v. 2-N1., 228 pp.

VLODAVEC, V V., (1960). Las algas en la atmósfera (en ruso). Priroda, S.S.S.R. n. 2. pp. 85-86.

ZBYSZEWSKI, G., (1959). Etude structurale de l'aire typhonique de Caldas da Rainha. Serv. geol. Portugal, Mém., n. 3, 184 pp., 1 carte, 7 pl., 2 fig., 11 pl. h.t. et expl. h. t., 2dpl.en coul., 1 carte dpl. h.t. en coul.