



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

MUESTREO AEROBIOLÓGICO DE PÓLENES EN LA ZONA SUR
DE LA CIUDAD DE MÉXICO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL
DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD
ALERGIA INMUNOLOGÍA CLÍNICA PEDIÁTRICA

PRESENTA
DRA. DIANA LETICIA AGUIRRE RAMÍREZ

TUTOR
DRA. SOCORRO OROZCO MARTÍNEZ

AGOSTO 2011





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

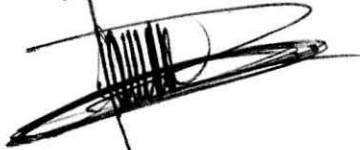
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

MUESTREO AEROBIOLÓGICO DE PÓLENES EN LA ZONA SUR
DE LA CIUDAD DE MÉXICO.



DRA. ROSAURA ROSAS VARGAS
SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA.



DRA. MIRELLA VÁZQUEZ RIVERA.
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PREGRADO Y POSGRADO.



DR. JOSÉ G. HUERTA LÓPEZ.
JEFE DEL SERVICIO DE ALERGIA PEDIÁTRICA.
PROFESOR TITULAR DEL CURSO.



DRA. SOCORRO OROZCO MARTÍNEZ.
TUTOR DE TESIS.
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE ALERGIA PEDIÁTRICA.



DR. ÁLVARO PEDROZA MELÉNDEZ.
CO-TUTOR DE TESIS.
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE ALERGIA PEDIÁTRICA.

A Dios a sus nueve Arcángeles, gracias por su amor que me llevan a la Luz, la Paz y a la Alegría profunda del conocimiento y de la vida.

Gracias Papá y Mama por existir y ser mis más grandes amores, ustedes son incondicionalmente únicos y simplemente los amo.

A mis maestros Dr. José Huerta, Dr. Renato Berrón, por haberme dado la oportunidad de cambiar mi vida. Dr Horacio Reyes, Dr José Iglesias, Dra. Isabel b. Zapata, por haber sido un pilar en mi formación. Ustedes son mis maestros, mis valiosos amigos que me ayudaron a convertir un sueño en realidad.

Muy en especial Dra. Socorro Orozco por ser un ejemplo como mujer, profesionalista por ser un gran ser humano, por llevarme de la mano y por buen camino para alcanzar ésta meta.

A mis hermanos, a mis amigos que son mis hermanos en espíritu Sol, Ele, Azy, Marilu e Isme y Burbu.

Al biólogo Lorenzo Rodríguez, ya que con tu dirección éste trabajo se logró con éxito. Gracias amigo.

INDICE

Resumen.....	4
Antecedentes.....	8
Justificación.....	12
Planteamiento del Problema.....	13
Objetivos	14
Hipótesis	14
Material y Método	14
Análisis Morfológico del Polen.....	14
Análisis Estadístico.....	15
Consideraciones Éticas.....	15
Resultados	15
Discusión	16
Conclusiones	17
Anexos	18
Gráficas.....	23
Bibliografía	57

MUESTREO AEROBIOLÓGICO DE PÓLENES EN LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Orozco-Martínez Socorro*Pedroza-Meléndez Álvaro** Aguirre-Ramírez Diana L***Huerta-López José****Rodríguez-Lorenzo*****

*Médico Adscrito al Servicio de Alergia INP,**,Residente de V Año de Alergia Inmunología***,Jefe del Servicio de Alergia INP****,Licenciado en Biología.*****

RESUMEN

1. ANTECEDENTES.

Los alérgenos de los pólenes que desencadenan Rinoconjuntivitis y/o Asma, en pacientes susceptibles corresponden a los procedentes de los árboles y especies vegetales que polinizan a través del aire, a lo que se denomina polinización anemófila. A pesar de que el tamaño de los granos de polen es aparentemente muy grande como para poder alcanzar con facilidad las vías aéreas intrapulmonares, la relación existente entre las concentraciones de pólenes y la presencia de síntomas de asma es más que evidente (Platts 2011). Esto es probablemente debido a que los alérgenos inductores de asma estacional no solo se encuentran dentro de los granos de polen, sino también fuera de los mismos en partículas inferiores a 10 µm que se encuentran libres en la atmósfera. Este suceso fue observado por Bostock en 1819 quien dio a conocer los síntomas estacionales de su propia enfermedad, que fue llamada posteriormente por Gordon como “Fiebre del Heno” atribuido a ciertas partículas de los pastos. Hoy en día es sabido que estas partículas proceden de restos de las plantas (anteras) o del interior de los granos del polen, cuando éstos se rompen por acción de la lluvia, es decir que los pólenes alérgicos varían según la vegetación y el clima (Pelaez 2003). Los pacientes con rinitis, conjuntivitis y/o asma polínica suelen presentar agudizaciones bruscas, sólo durante períodos muy específicos del año. Existen publicaciones en las que los investigadores demuestran que no solo se encuentran altas concentraciones de pólenes de gramíneas en la atmósfera, sino también, en el interior de las viviendas formando parte del polvo doméstico especialmente en las alfombras, ropa de cama y muebles (Brito 1998). En otros países, tanto los médicos como sus pacientes son informados sobre el comienzo, duración y finalización de aquel o aquellos pólenes inductores de su padecimiento alérgico, recuento diario de polinización, con las concentraciones atmosféricas (Guerra 1986). En México, son pocos los estudios que se han realizado, de los cuales solo se reportan especies vegetales y morfología del polen; siendo el último estudio reportado hace más de 10 años (Cueva 1959). Para determinar la etiología de una alergia estacional, se deben hacer observaciones sobre las plantas anemófilas, que estén presentes en el área de estudio, determinar su abundancia y periodos de floración–polinización, así como realizar muestreos de aire periódicamente y determinar taxonómicamente a que especie botánica pertenecen los diversos granos de polen presentes en el medio ambiente que respira ese momento el paciente susceptible (Burge 2002). La falta de bibliografía disponible en México es uno de los problemas a que se enfrenta el Alergólogo, siendo fundamental para el especialista en alergia conocer la aerobiología particularmente de la zona de la población que atiende. Hasta el día de hoy se desconocen las concentraciones de pólenes a las que están expuestos los pacientes, como han ido evolucionando las diferentes especies, conocer la existencia de nuevas especies vegetales, así como su permanencia y de ésta forma prever exacerbaciones o nuevas sensibilizaciones de los diversos cuadros alérgicos.

2. JUSTIFICACION.

Debido a que los pólenes son un factor de riesgo para las enfermedades alérgicas, es imprescindible conocer un muestreo aerobiológico detallado y real de lo que el paciente atópico se encuentra expuesto en ese momento. El conocer las especies a las que están expuestos nuestros pacientes nos permitirá evaluar el factor de riesgo para tener elementos de diagnóstico e inmunoterapia con una mayor congruencia. Adicionalmente al obtener la concentración de polen, nos permite evaluar el grado de exposición de nuestros pacientes, dado que no es lo mismo que se exponga a 10 granos de polen/m³ que a 100 granos de polen/m³. En base a éstos datos se elaborarán las pruebas diagnósticas lo que llevará idealmente a formar parte fundamental de la terapia específica. Los estudios publicados de manera detallada reflejan la polinización de otros países por lo que se requieren de estudios aerobiológicos que reflejen la concentración del polen, periodos de floración-polinización y muestreos mexicanos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .

En las últimas décadas se ha observado un incremento acelerado en la prevalencia de las enfermedades alérgicas especialmente en las ciudades industrializadas (Walter 1986), en donde el medio ambiente y en especial los aeroalergenos, son factores desencadenantes para el desarrollo de Rinitis, Conjuntivitis y Asma (Armstrn 1924). En 1965, el Dr Marsh llevó a cabo la primera purificación de alérgeno de polen de pasto, publicando una minuciosa investigación en la que detalla y demuestra la reacción cutánea que se presenta después de escarificar la piel de un paciente atópico, revelando la importancia clínica de la exposición de los granos de polen en el paciente susceptible, entre otros descubrimientos publica los primeros cálculos de conteo polínico (Platts 2011). En 1975 Pathirane hace una descripción aún más amplia sobre la Aerobiología la cual explica la liberación, retención, dispersión e incidencia atmosférica de esporas de Polen, Hongos, y otros microorganismos aerovagantes. En México se han descrito pocos estudios, los cuales únicamente describen las especies vegetales que encontraron en las áreas correspondientes (Ramírez 1961), desafortunadamente ningún estudio reporta cálculo de la concentración de los granos de polen, calendario de floración-polinización, y mucho menos conteo polínico. Para determinar una de las principales causas del origen de una enfermedad alérgica estacional, se deben hacer observaciones de las plantas anemófilas que estén presentes en el área que habita el paciente, tomando en cuenta su abundancia, periodos de floración-polinización, así como realizar muestreos de aire periódicamente y determinar taxonómicamente a que especie botánica pertenecen. La falta de estudios y bibliografía Mexicana es uno de los principales problemas con los que se enfrenta el Alergólogo sobre todo el desconocer las concentraciones de pólenes a los que están expuestos los pacientes, ya que no es lo mismo , que el paciente alérgico esté expuesto a 10 o 20 granos de polen/m³ que a 200 o 1500 granos/m³, lo que significa, no estar evaluando el factor de riesgo de cada especie en particular, así como desconocer el periodo de permanencia en la atmósfera, en consecuencia, no se tiene controlado el momento en que podrán manifestarse los síntomas y de ésta forma prevenir las exacerbaciones de los cuadros alérgicos, estando en desventaja para ofrecer un buen diagnóstico y tratamiento específico (Chapman 1986, V de Benito 2011).

4. OBJETIVOS

1. Determinar las especies vegetales cuyo polen se encuentra suspendido en la atmósfera de la Zona Sur de la Ciudad de México durante el primer trimestre del año.
2. Conocer la concentración de pólenes, expresada en polen/m³, de las especies encontradas en la Zona Sur de la Ciudad de México, del primer trimestre del año.

5. HIPÓTESIS

- 1.-Si las especies vegetales que se han reportado en los trabajos anteriores de la Ciudad de México reportan : *Fraxinus sp*, *Lolium sp*, *Shinus sp*, y *Alnus sp*, entonces esperamos encontrar una diferencia en cuanto a la diversidad de especies, debido al cambio ambiental en los últimos 50 años.
- 2.-Se dará a conocer las diferentes concentraciones en polen/m³, de diversas especies vegetales suspendidos en la atmósfera de la zona Sur de la Ciudad de México no reportadas.

6. MATERIAL Y METODOS

Los muestreos se realizan utilizando el equipo ROTORD Modelo H (Ted Brown Associates. Los Altos Hill California) el muestreo se realiza durante las 24 del día. Los cambios de las barras de acrílico que contienen el polen capturado se realiza a las 03:00PM, durante los meses de enero a marzo del 2003. La zona de ubicación del Rotorod quedó a una altura aproximada de 10 a 15m de altura con respecto al piso; una vez realizado el muestreo, se retiran las barras de acrílico, y se colocan en un portaobjetos ranurado y agregando un par de gotas de solución e Calberla, colocando un cubre- objetos sobre las barras en dónde se impregnaron las partículas. Se procede a revisarlas al microscopio y determinar las características morfológicas del polen. El polen se tiñe de color rojo carmín con la solución de Calberla para clasificarlas taxonómicamente y determinar la especie vegetal a la que pertenece. Se realiza el conteo del polen, llevando el registro en un formato previamente diseñado (Anexo 1). Los resultados obtenidos se realizaron con base a la concentración de polen/m³ de aire muestreado (Anexo 3) se reportan mediante gráficas, que expresan el polen y su comportamiento y variabilidad por día, semana y mes (Anexo 4).

El muestreo es capturado por medio de un equipo Rotorod , que deberá colocarse a una altura entre 8 a 13 metros sobre una superficie lisa, teniendo así la capacidad de recolectar pólenes, hasta de 10 micras o más , dentro de un perímetro de área de 5.6km alrededor del sitio del cual se coloca el equipo (anexo 2). El recuento del grano de polen/m³ se calcula mediante la fórmula que toma como factor de corrección 6.8m³, resultando la proporción del área del muestreo, más la óptica del microscopio impregnado del polen de la muestra recolectada (Anexo 3).

7. RESULTADOS

Se encontró que la concentración relativa del polen expresado en volumen de aire fue principalmente para árboles, que corresponde un 96.09% en Enero y 97.95% para Febrero. Detectamos que la concentración más alta para los árboles corresponde a las siguientes especies: *Fraxinus*, Familia de las *Cupressaceas*, *Alnus*, que corresponde en conjunto de éstas 3 especies al 90.94% para Enero y el 79.67% para Febrero (Anexo 4-tabla1).

Se observa que, en el mes de Febrero inicia la floración de *Hacer*, *Quercus* y *Liquidambar*, lo que refleja estacionalidad para éstas 3 especies en el mes de Febrero, que corresponde al inicio de su periodo de floración. Los árboles registrados en los meses de estudio, cuya concentración está por debajo del 2%, no corresponde a su máximo periodo de floración, tal es el caso de: *Eucalyptus*, *Casuarina*, *Ligustrum*, *Pinnus*, *Populus*, *Shinus*. La concentración máxima registrada, durante el periodo de estudio fue precisamente en Febrero, que registró hasta una máxima de 103 granos de polen/m³, considerando que para dar inicio a sintomatología alérgica se requieren de 30 granos de polen/m³ en ésta investigación se reporta en la gráfica de polen total diario son 21 días los que se supera ésta cifra, que corresponde al 35% de los días que duró nuestro estudio. Es recomendable que estas especies sean consideradas como fuente causal de Alergia durante éste periodo y sean tomadas en cuenta para diagnóstico y tratamiento (Anexo 4-Tabla1).

8. DISCUSIÓN

Retomando desde las primeras descripciones de las reacciones alérgicas al polen, cabe mencionar al Dr. Botalo quien en 1533 describió la reacción que tenía uno de sus pacientes a las flores, ésta reacción se caracterizó por estornudos en salva, prurito nasal, rinorrea hialina. En 1819 fue el Dr. Bostock quien describió su propia enfermedad íntimamente ligada con la época estacional de pastos en Inglaterra. El estudio de la polinización en el área de alergología se considera prioritario, debido a que es uno de los principales agentes etiológicos desencadenantes de la respuesta alérgica (Platts 2011). Pocos son los reportes mexicanos, no presentan seguimiento, aunado con la gran diversidad demográfica de la ciudad que da lugar a los cambios ambientales que estamos viviendo, modificando el ambiente y en consecuencia que las zonas verdes de la Ciudad se alteren, impactando sobre las enfermedades de origen alérgico. De los aeroalergenos que forman parte del panel diagnóstico del INP, no se contemplan las siguientes especies que si se registraron en el estudio: *Acer*, *Alnus*, *Liquidambar*, los cuales representan una alternativa para ser utilizados dentro del panel diagnóstico y evaluar en un futuro su relevancia clínica y sus concentraciones en pacientes susceptibles o ausencia de un gran número de especies vegetales mismas que pueden ser consideradas como alérgicas, resultando de relevancia evaluar en qué grado la flora alérgica ha cambiado.

Éste estudio demuestra la diversidad de flora encontrada que no aparece en las publicaciones mexicanas ya mencionadas; tal es el caso de las *Casuarinas*, la cuales además de encontrarse y ahora reportarse como una flora alérgica más a considerar, se reportó en concentraciones arriba de los 30 granos de polen/m³ en la atmósfera (Anexo 4).

Es significativo el reporte de granos de polen/m³, para las especies de *Alnus sp*, *Cupressus sp* y *Fraxinus sp*, por arriba de los 200 granos de polen/m³, de importancia para el alergólogo desde el punto de vista que, para dar una reacción alérgica se requieren, 30 granos de polen/m³ en el ambiente (Peláez 2003).

9. CONCLUSION

En éste estudio se demuestra como al paso de los años el cambio ambiental con respecto a la flora y sus especies, son variables. Nosotros registramos una nueva especie de vegetales anemófilos como es el caso de las Casuarinas, no reportadas en ninguno de los estudios hechos en la Ciudad de México, hace ya más de 30 años, así como las concentraciones totalmente desconocidas para éstos aeroalergénos; como los son: *Fraxinus sp* 582 granos de polen/m³, *Cupressaceae* 364 granos de polen/m³, *Alnus sp* de 230 granos de polen m³, durante el primer mes del año. Éste estudio sugiere que, el panel de pruebas de alergia que se realiza en el INP, sean agregadas éstas especies (Anexo 4).

ANTECEDENTES

Un número importante de estudios epidemiológicos indica el incremento en la prevalencia de las enfermedades alérgicas en las últimas décadas, principalmente en las ciudades industrializadas (Walter 1986) en donde el medio ambiente, en especial los aeroalergenos representan un factor importante para su desarrollo, sobre todo en enfermedades como rinitis, conjuntivitis y Asma (Armstrn 1924; Wuthrich 1991).

El Dr. John Bostock en 1819 expuso un trabajo ante la sociedad médico quirúrgica de Londres titulado: "Un caso de afección periódica de los ojos y el tórax", describiendo así su propia enfermedad y caracterizado por un cuadro "catarral", que a diferencia de la gripe común, solamente se presentaba durante los meses de dispersión del polen de pasto en Inglaterra entre junio y julio; dicha patología fue denominada posteriormente como "Fiebre del Heno". En 1850 el Dr. G. Green publicó un artículo en la revista Lancet, en la cual niega la relación entre el "asma del heno" con el heno; describiendo que los pacientes presentaban asma cuando se les exponía al polvo de las alfombras cuando éstas eran sacudidas, sin embargo el tema de los pólenes como causa de la sintomatología de enfermedades alérgicas se retoma en 1873, cuando el Dr. Charles Ariston Blackley de Manchester, publicó una serie de estudios entre ellos "Estudios de investigación sobre las causas y naturaleza del *catarrus aestivus*". Dando a conocer la primera investigación sistemática de la ruta de un alérgeno de polen (Merget; Platts 2011).

Estos estudios no sólo identifican y justifican a los granos del polen del pasto como causantes de la Fiebre del Heno, sino que también reporta el número y peso aproximado de granos de polen inhalados como factor desencadenante prioritario para dar lugar a reacciones alérgicas nasales (Busse 2011).

El Dr Backley es considerado el pionero del conteo de polen y de reportar que los granos pueden flotar hasta una altura de 2 000 pies sobre la superficie, es también autor de las primeras pruebas de reto con pacientes alérgicos guardando polen durante el verano y exponiendo a sus pacientes a éste durante el invierno, produciendo así los mismos síntomas del llamado "catarro de verano". Al escarificar la piel con polen a éstos pacientes se les presentaban reacciones cutáneas positivas (Backley 1873, Platts 2011).

Sin embargo, tuvimos que esperar casi un siglo para que se llevara a cabo la primera purificación de alérgeno de polen de pasto la cual fue realizada en 1965 por el Dr David Marsh; seguida por una detallada investigación sobre la relevancia de la exposición de los granos de polen a los pacientes alérgicos. Entre otros descubrimientos Marsh publica los cálculos hechos de alérgenos de pólenes inhalados (aproximadamente 10 ng/día o 1µg/ año) también demostró que los alérgenos de polen se diluyen rápidamente en solución acuosa (King 1964).

De forma similar continuaron las purificaciones de otros alérgenos tales como el del gato hecha por Ohman y cols, y en 1980 se purificó el ácaro del polvo casero. Pathirane en 1975 hace una descripción más amplia de la aerobiología la cual implica tanto la liberación, retención, dispersión, e incidencia atmosférica de esporas de Polen, Hongos, y otros microorganismos aerovagantes. Todas estas publicaciones marcan la pauta para dar a conocer con precisión las propiedades aerodinámicas de los aeroalergenos (Burge 2002).

Los alérgenos de los pólenes que desencadenan Rinitis, Conjuntivitis y/o Asma, en pacientes susceptibles (Montouroy 1992) corresponden a los procedentes de los árboles y especies vegetales que polinizan a través del aire, a lo que se denomina polinización anemófila (Smith 1984).

A pesar de que el tamaño de los granos de polen es aparentemente muy grande como para poder alcanzar con facilidad las vías aéreas intrapulmonares, la relación existente entre las concentraciones de pólenes y la presencia de síntomas de asma, es más que evidente. Esto es probablemente debido a que los alérgenos inductores de asma estacional no solo se encuentran dentro de los granos de polen, sino también fuera de los mismos en partículas inferiores a 10 μ m, que se encuentran libres en la atmósfera. Este suceso fue observado por Bostock en 1819, quien dio a conocer los síntomas estacionales de su propia enfermedad, que fue llamada posteriormente por Gordon como fiebre del heno, atribuido a ciertas partículas de los pastos. Hoy en día es sabido que, estas partículas, proceden de restos de las plantas (anteras) o del interior de los granos del polen, cuando éstos se rompen, por acción de la lluvia, es decir que los pólenes alérgicos varían según la vegetación y el clima (Pelaez 2003, Platts 2011).

Los pacientes con rinitis, conjuntivitis y/o asma polínica, suelen presentar agudizaciones bruscas, sólo durante periodos muy específicos del año. Existen publicaciones en las que los investigadores demuestran que no solo se encuentran altas concentraciones de pólenes de gramíneas en la atmósfera, sino también, en el interior de las viviendas formando parte del polvo doméstico especialmente en las alfombras, ropa de cama y muebles (Brito 1998).

En otros países, tanto los médicos como sus pacientes son informados sobre el comienzo, duración y finalización, de aquel o aquellos pólenes inductores de su padecimiento alérgico, recuento diario de polinización, con las concentraciones atmosféricas (Guerra 1986).

En México, son pocos los estudios que se han realizado, de los cuales solo se reportan especies vegetales y morfología del polen; siendo el último estudio reportado hace más de 10 años (Ramírez 1961, Salazar 1958).

Para determinar la etiología de una alergia estacional, se deben hacer observaciones sobre las plantas anemófilas, que estén presentes en el área de estudio, determinar su abundancia y periodos de floración–polinización, así como realizar muestreos de aire periódicamente y determinar taxonómicamente a que especie botánica pertenecen los diversos granos de polen presentes en el medio ambiente que respira ese momento el paciente susceptible (Burge 2002).

En nuestro país se han escrito pocos estudios al respecto como son los de Canseco en 1949 elaborado en la ciudad de Tampico, Tamaulipas; el trabajo Ramírez Oviedo y Baltazar Rodríguez en el año 1961 en la ciudad de México; Montes y Cisneros también en la Ciudad de México en 1975. Cada uno de éstos estudios reportan las especies que encontraron en las áreas correspondientes desafortunadamente ningún estudio reporta concentración del polen, calendario de floración–polinización y mucho menos conteo polínico. La falta de bibliografía disponible en México es uno de los problemas que se enfrenta el Alergólogo, siendo fundamental para el especialista en alergia conocer la aerobiología, particularmente de la zona de la población que atiende. Hasta el día de hoy se desconocen las concentraciones de pólenes a las que están expuestos los pacientes, como han ido evolucionando las diferentes especies, conocer la existencia de nuevas especies vegetales, así como su permanencia de ésta forma prever exacerbaciones o nuevas sensibilizaciones de los diversos cuadros alérgicos (Oppenheimer 1993).

Para determinar una de las principales causas del origen de una enfermedad alérgica estacional se deben hacer observaciones sobre las plantas anemófilas que estén presentes en el área que habita el paciente tomando en cuenta su abundancia, periodos de floración – polinización, así como realizar muestreos de aire periódicamente y determinar taxonómicamente a que especie botánica pertenecen los diversos granos de polen presentes en la atmósfera (Harris 1985; Burge 2002).

El conocimiento de la complejidad y diversidad de los pólenes como aeroalergenos, es relevante debido a su participación en el proceso como antígenos en la respuesta inmune, dando lugar principalmente a los síntomas nasales y oculares subsecuentes en pacientes alérgicos (Antépara 1998).

La literatura mundial reporta con precisión exposiciones de polen que incluyen no sólo las cantidades y propiedades de forma individual de los granos, sino también las partículas sobre las cuales los pólenes son inhalados (Brito 1998, Peláez 2003).

La falta de bibliografía disponible en México para realizar estudios relacionados sobre éste tema es uno de los principales problemas con los que se enfrenta el alergólogo en nuestro país principalmente al desconocer la concentración del polen a la que están expuestos los pacientes, ya que no es lo mismo, estar expuesto a 10, 20, 100 o 1500 granos de polen/m³, lo que significa, no estar evaluando el factor de riesgo de cada especie en particular, así como desconocer el periodo de permanencia del polen en la atmósfera; en consecuencia no se tienen controlado el momento en que podrán manifestarse los síntomas y de ésta forma prever las exacerbaciones de los cuadros alérgicos, así también estando en desventaja para ofrecer un buen diagnóstico y tratamiento más certero. Encontramos varios estudios publicados en la literatura, así como manuales y calendarios polínicos de otras partes del mundo, sin embargo no podemos aplicarla en nuestro país ya que la flora es diferente, las variaciones en altitud y otros factores geográficos, no permiten apoyarnos en las concentraciones que ellos reportan (Edmond 1995; Subiza 1998).

El término polinosis fue introducido en la nomenclatura médica por Vaughan para designar las enfermedades causadas por el polen y que generalmente se manifiestan en las vías respiratorias (Vaughan 1972; Subiza 1992).

Recordemos algunos aspectos de la botánica que por fundamentales debemos tener presentes para reconocer las plantas que tienen interés desde el punto de vista de la alergia. Dentro del reino vegetal la nomenclatura emplea una serie de unidades de distinta jerarquía que en orden decreciente son: Reino, División, Subdivisión, Clase, Subclase, Orden, Familia, Género, Especie. Desde el punto de vista botánico las plantas se pueden clasificar por grupos según su tamaño, medio en que viven, utilidad y duración, así que tenemos que por tamaño: Macroscópicas, Microscópicas. Medio en que viven: Terrestres, Acuáticas, Anfibias, Aéreas, Saprófitas. Utilidad: Alimenticias, Medicinales, Industriales, Forrajeras, Ornamentales, etc. Duración: Anuales, Bisanuales, Perenes. También se clasifican con base a sus órganos reproductores en: Embriofitas o Fanerógamas: Reproducción por semillas. Que a su vez se subdividen en: Angiospermas (semilla en fruto), Gimnospermas (semillas desnudas); Esporofitas o Criptógamas: Reproducción por esporas. (Saenz de Ríos 1998).

La Flor y sus componentes : Gineceo, componente femenino; Androceo: Componente masculino. Corola: elemento protector, generalmente de vistosos colores. Cáliz protector de la corola y por ende de los órganos de la reproducción, Receptáculo Floral, Pedúnculo. El Gineceo es el órgano femenino de las fanerógamas y se encuentra en el centro de las mismas, está compuesto por una porción superior llamada estigma, seguida por el estilo, y finalmente el ovario y en él la placenta, sitio donde se implantan los óvulos. Androceo se compone de una o varias piezas llamadas estambres formada a su vez por la Antera y un filamento. Las anteras tienen en su interior cavidades denominadas lóculos que dentro de ellos se desarrollan los granos de polen, gameto masculino de la reproducción de las fanerógamas. Cuando las anteras maduran, sale el polen de los sacos polínicos y de las anteras por dehiscencia de la pared, éste fenómeno está determinado por el grado de humedad, la temperatura, la hora de día, y de forma particular por las características genéticas de la propia especie en cuestión. La forma de los granos de polen es muy variable, generalmente son considerados como esféricos o esferoidales pero su morfología está muy relacionada con el número y posición de las aberturas germinales, ornamentación, tamaño, características de la exina, y las formas de asociación, éste último tiene mucho que ver con el desarrollo del polen dentro de la antera (Weber 1998; Kessler 2011).

El polen está formado por una capa externa llamada Exina, químicamente constituida por una sustancia llamada esporopolenina, que es muy resistente a los tratamientos químicos, adopta diversos aspectos en su ornamentación, entre otros el rugoso, espiculado, y el liso. Se aprecia en la exina los poros germinales. La Exina está formada por el Tectum, Columnelas y un Pedium o capa basal. Tenemos otra capa por dentro de la anterior conocida como Intina que es de espesor variable y esa zona en donde se encuentran las proteínas responsables de la respuesta alérgica. Ocupando el centro del grano encontramos una masa coloidal que es la fóvula, en la cual, vemos los núcleos vegetativos y generador (Edmons 1995).

Fecundación: al ponerse en libertad el polen, requiere de la participación de vectores que aseguren el transporte y los pongan en contacto con los órganos femeninos, esto sucede en la polinización indirecta o cruzada. Los vehículos pueden ser por: Agua (hidrofilia), Animales – Insectos (entomofilia); Moluscos (Malacofilia), Pájaros (Ornitofilia), Murciélagos (Quiropterofilia), Viento (Anemofilia). Cuando se ponen en contacto un grano de polen, con la superficie del estigma (el cual se encuentra cubierto por líquido) la fóvula empieza a hidratarse y dilatarse, se crea una hipertensión dentro del grano, que en un momento dado vence a las cubiertas protectoras por uno de sus puntos débiles, un poro genital, emerge la fóvula en forma de tubo polínico en el que se encuentran los núcleos vegetativos y generador. El tubo se conduce hacia el gineceo, gracias a la actividad enzimática que despliega, siendo la meta el óvulo, en donde se consuma la fecundación. El transporte de polen de la flor está asegurado por vectores casi constantes para cada especie. Podemos decir que desde el punto de vista general, que las flores zoidófilas, tienen atractivos para los animales, por ejemplo para los insectos, bien sea por sus colores o sabores como en el caso del *Helianthus annuus* (girasol), *Cosmos bipinnatus* (mirasol), *Taraxacum officinale* (Diente de León), *Ligustrum sp* (Trueno). Ahora bien, los granos de polen de éstas plantas, son grandes, presentan en la superficie espículas, rugosidades o aceites que permiten adherirlo al vector que lo transportará, se produce en poca cantidad, sin embargo tienen relevancia antigénica siendo de importancia y utilidad para el alergólogo. Sin embargo, el polen anemófilo, las flores que lo producen, son de escaso o nulo atractivo para los animales, para asegurar la fecundación, el polen de estas plantas se produce en grandes cantidades, los granos en si son pequeños, livianos y secos, por lo tanto se dispersan fácilmente con el viento (Weber 1998).

La polinización se asegura entre otros factores, debido a que las hojas que podrían retener granos aparecen después de la flor, y por otro lado hay gran desarrollo del elemento femenino, el cual se presenta en forma plumosa y capta con facilidad el polen. A éste tipo de polen se le considera como alérgeno inhalable, se presenta generalmente en algunas estaciones del año y las manifestaciones que desencadena en sujetos susceptibles, tienen habitualmente como órgano de choque a las vías respiratorias y conjuntivas (Weber 1998).

El componente químico de los granos de polen es complejo, se han descrito almidones, colorantes, tipo flavonol, proteínas, lipoproteínas, glucoproteínas, enzimas, grasas, haptenos lo que le da el poder antigénico (Subiza1992; Tade 2006).

Para considerar a una planta responsable de polinosis, se requiere tomar en cuenta a los postulados de Thomen (1931) y el colorario agregado por Vaughan (1939) ellos son 1). El Polen debe contener un excitante de polinosis (no todos los pólenes anemófilos, determinan Polinosis, tal es el caso del Pino, excepcionalmente alérgico). 2). El polen debe ser anemófilo. 3). El polen debe de ser producido en grandes cantidades. 4). El polen debe de ser suficientemente liviano, para ser transportado a distancias considerables. 5). La planta productora de polen debe tener distribución amplia y ser abundante. Sin embargo Vaughan agrega que aun cumpliéndose los postulados de Thomen, un polen no es causante de polinosis a menos que existan individuos susceptibles a padecer alergias. En nuestro país los estudios realizados se remontan desde 1940 con el Dr. Salazar Mallen y el Dr. Julio Cuevas quienes son pioneros en los estudios de la vegetación alérgica de nuestro país, realizando una descripción de especies y épocas de aparición en la atmósfera en algunos estados de la República Mexicana (Salazar 1958; Horner 2004).

JUSTIFICACIÓN

El estudio del polen en Alergia es de suma importancia, debido a que es; uno de los principales agentes etiológicos desencadenantes de la respuesta alérgica. Pocos son los reportes y el seguimiento de los mismos es de forma variable e inconstante y se hace complicado por la diversidad demográfica de la ciudad que da lugar a los cambios ambientales que estamos viviendo, modificando el ambiente y en consecuencia que las zonas verdes de la Ciudad se alteren impactando en la presencia o ausencia de un gran número de especies vegetales, mismas que pueden ser consideradas como alérgicas; resultando de relevancia evaluar en qué grado la flora alérgica ha cambiado desde que se generaron los primeros reportes hasta la fecha. El conocer las especies a las que están expuestos nuestros pacientes nos permitirá evaluar el factor de riesgo para tener elementos de diagnóstico e inmunoterapia con una mayor congruencia. Adicionalmente al obtener la concentración de polen, nos permite evaluar el grado de exposición de nuestros pacientes, dado que no es lo mismo que se exponga a 10 granos de polen/m³ que a 100 granos de polen/m³, por ello resulta relevante que en éste estudio se realicen muestreos con equipo volumétrico que permite cuantificar la concentración relativa del polen expresado en volumen de aire, obteniendo de ésta manera la magnitud a la que está expuesta la población susceptible. Las ventajas para el alergólogo de conocer la diversidad de las especies vegetales cuyo polen se encuentra suspendido en la atmósfera se verá reflejado en realizar mejores pruebas cutáneas dirigidas acorde al polen al que está expuesto el paciente alérgico en ese momento, conocer la época de alta concentración de polen en la atmósfera con la finalidad de prevenir recaídas del paciente susceptible, o bien si el caso lo amerita disminuir y/o suspender la inmunoterapia y conocer que especies y en qué momento del periodo de estudio se superan los mínimos aceptados según las normas internacionales de concentración de polen.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas se ha observado un incremento acelerado en la prevalencia de las enfermedades alérgicas especialmente en las ciudades industrializadas (Walter 1986), en donde el medio ambiente y en especial los aeroalergenos, son factores desencadenantes para el desarrollo de Rinitis, Conjuntivitis y Asma (Armstrn 1924). En 1965, el Dr Marsh llevó a cabo la primera purificación de alérgeno de polen de pasto, publicando una minuciosa investigación en la que detalla y demuestra la reacción cutánea que se presenta después de escarificar la piel de un paciente atópico, revelando la importancia clínica de la exposición de los granos de polen en el paciente susceptible, entre otros descubrimientos publica los primeros cálculos de conteo polínico (Platts 2011). En 1975 Pathirane hace una descripción aún más amplia sobre la Aerobiología la cual explica la liberación, retención, dispersión e incidencia atmosférica de esporas de Polen, Hongos, y otros microorganismos aerovagantes (Anderson 1998) En México se han descrito pocos estudios los cuales únicamente describen las especies vegetales que encontraron en las áreas correspondientes (Ramírez 1961), desafortunadamente ningún estudio reporta cálculo de la concentración de los granos de polen, calendario de floración-polinización, y mucho menos conteo polínico. Para determinar una de las principales causas del origen de una enfermedad alérgica estacional, se deben hacer observaciones de las plantas anemófilas que estén presentes en el área que habita el paciente, tomando en cuenta su abundancia, periodos de floración-polinización, así como realizar muestreos de aire periódicamente y determinar taxonómicamente a que especie botánica pertenecen (Florido 1995; Moreno 2008).

El conocimiento de los pólenes es de suma importancia, debido a su participación en el proceso como antígenos en la respuesta inmune, dando lugar principalmente a los síntomas nasales y oculares subsecuentes en los pacientes alérgicos (Brito 1995; Kessler 2001).

La literatura mundial revela reportes que con precisión describen las concentraciones de granos de polen a la que está expuesto el paciente alérgico, calendario de polinización, floración, entre otras descripciones de importancia tanto para el paciente como para el alergólogo (Peralta 1998).

La falta de estudios y bibliografía Mexicana es uno de los principales problemas con los que se enfrenta el Alergólogo sobre todo el desconocer las concentraciones de pólenes a los que están expuestos los pacientes, ya que no es lo mismo, que el paciente alérgico esté expuesto a 10 o 20 granos de polen/m³ que a 200 o 1500 granos/m³, lo que significa, no estar evaluando el factor de riesgo de cada especie en particular, así como desconocer el periodo de permanencia en la atmósfera, en consecuencia, no se tiene controlado el momento en que podrán manifestarse los síntomas y de ésta forma prevenir las exacerbaciones de los cuadros alérgicos, estando en desventaja para ofrecer un buen diagnóstico y tratamiento específico (Peralta 1998; Moreno 2008).

Existen varios estudios publicados en la literatura, así como manuales y calendarios polínicos de otras partes del mundo, sin embargo no podemos aplicarla a nuestro país debido a que la flora es diferente, las variaciones de altitud y otros factores geográficos no permiten apoyarnos en los datos que reportan (Chapman 1986; V de Benito 2011).

OBJETIVOS:

3. Determinar las especies vegetales cuyo polen se encuentra suspendido en la atmósfera de la Zona Sur de la Ciudad de México durante el primer trimestre del año.
4. Conocer la concentración de pólenes, expresada en polen/m³, de las especies encontradas en la Zona Sur de la Ciudad de México, del primer trimestre del año.

HIPÓTESIS

- 1.-Si las especies vegetales que se han reportado en los trabajos anteriores de la Ciudad de México reportan al: *Fraxinus sp*, *Lolium sp*, *Shinus sp*, y *Alnus sp*, entonces esperamos encontrar una diferencia en cuanto a la diversidad de especies, debido al cambio ambiental en los últimos 50 años.
- 2.-Se dará a conocer las diferentes concentraciones en polen / m³, de diversas especies vegetales suspendidos en la atmósfera de la zona Sur de la Ciudad de México no reportadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se realizan utilizando el equipo ROTOROD Modelo H (Ted Brown Associates, Los Altos Hill California) el cual está provisto de un mecanismo eléctrico conectado a un sistema de reloj que controla el tiempo de exposición (Mercuri 1994) funciona durante 1 minuto y deja de funcionar durante 9 minutos, que representa sólo el 10% de las 24 horas del día, por lo tanto solo 2.4 horas se están muestreando (Smith 1984;1986; Frenz 1996).

El principio de funcionamiento radica en la exposición de dos barras de acrílico, cuyas dimensiones son de 2x 2mm que giran por la fuerza centrífuga generada, favoreciendo a las partículas que el viento transporta hacia ella, se impactan en una de las caras de las barras de acrílico a la cual previamente se le colocó un material adherente como por ejemplo, silicón o vaselina sólida (Solomon 1984). Los cambios de las barras de acrílico se realizaron cada 24 horas, teniendo un horario de cambio a las 03:00 PM, durante los meses de enero a marzo del 2003 (Sheldon 1953).

La zona de ubicación del Rotorod quedará a una altura aproximada de 10 a 15m de altura con respecto al piso; la zona permaneció en todo momento libre de interferencias que pudieran alterar el muestreo y sus resultados, como por ejemplo evitamos los edificios y/ o un árbol al lado del equipo, ya que esto alteraría el desplazamiento de las partículas y afectaría el impacto de las mismas sobre las barras de acrílico (Frenz 1997, 2000). Una vez realizado el muestreo, se retiran las barras de acrílico, teniendo cuidado de no contaminar la muestra obtenida con la manipulación hacia el microscopio, colocándolas en el transportador especial, que forma parte del equipo. Las dos barras se colocan en un portaobjetos ranurado y mediante una jeringa se colocan un par de gotas de solución e Calberla (fuchsina básica, glicerina, alcohol) colocando un cubreobjetos sobre las barras de acrílico en dónde se impregnaron las partículas. Se procede a revisarlas, al microscopio y determinar las características morfológicas del polen. El polen se tiñe de color rojo carmín con la solución de Calberla, para clasificarlas taxonómicamente y determinar a la especie vegetal a la que pertenece (Bousquet 2004). Se realiza el conteo del polen, llevando el registro en un formato previamente diseñado (Anexo 1).

Los resultados obtenidos se realizarán con base a la concentración de polen/m³ de aire muestreado se reportaran mediante gráficas, que expresan el polen y su comportamiento y variabilidad por día, semana y el mes (Anexo 1,2,3).

ANÁLISIS MORFOLÓGICO DEL POLEN:

Para conocer el polen y a que especie pertenece, se siguen una serie de criterios morfológicos anatómicos y de estructuras como por ejemplo forma, tamaño, presencia de colpos, poros, así como ornamentación (Subiza 1986; Weber 1998; Horner 2004).

DISEÑO DE ESTUDIO:

Observacional, Descriptivo, Prospectivo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

- 1.-Se efectuará, descripción de las especies vegetales, cuyo polen se encuentra suspendido en la atmósfera de la zona sur de la Ciudad de México a través de porcentajes.
- 2.-Se describirá la concentración expresada en polen/m³, de la zona sur de la Ciudad de México bajo los lineamientos internacionales de Tomen para obtener el cálculo de la muestra.

CONSIDERACIONES ÉTICAS:

Se trata de un estudio Descriptivo, Prospectivo. Las unidades de investigación no se constituyen por seres humanos, ni especies menores, por lo que no amerita consideraciones éticas, ni carta de consentimiento informado.

FACTIBILIDAD: Se cuenta con un equipo ROTOROD modelo H, laminillas y microscopio para la realización el estudio. Los gastos fueron absorbidos por los investigadores.

RECURSOS HUMANOS: 1 Biólogo, 1 Alergólogo, 1 Residente de Alergia Inmunología.

RESULTADOS:

Se encontró que la concentración relativa de polen expresado en volumen de aire fue principalmente para Árboles, que corresponde un 96.09% en Enero, y 97.95% para Febrero. La concentración más alta para los árboles corresponde a las siguientes especies: *Fraxinus*, Familia de la *Cupressaceas*, *Alnus*, que corresponde en conjunto de éstas 3 especies al 90.94% para Enero y el 79.67% para Febrero (Anexo 4).

Los árboles registrados en los meses de estudio cuya concentración está por debajo del 2% no corresponde a su máximo periodo de floración, tal es el caso de: *Eucalyptus*, *Casuarina*, *Ligustrum*, *Pinnus*, *Populus*, *Shinnus*.

Se observa que en el mes de Febrero inicia la floración de *Acer*, *Quercus* y *Liquidambar*, lo que refleja estacionalidad para éstas tres especies en el mes de Febrero, que corresponde al inicio de su periodo de floración.

Es recomendable que estas especies sean consideradas, como fuente causal de alergia durante éste periodo y sean tomadas en cuenta para diagnóstico y tratamiento. La máxima concentración registrada durante el periodo de estudio, corresponde para el mes de febrero, específicamente el día 12, que fue de 103 granos de polen/m³. Si consideramos que para dar inicio a los síntomas de alergia en vías respiratorias, en la población susceptible, es cuando la concentración de polen supera los 30 granos de polen/m³, entonces podemos observar que en la gráfica de polen total diario son 21 días los que se supera ésta cifra, que corresponde al 35% de los días que duró nuestro estudio (Anexo 4-Tabla1).

Se observó que la concentración obtenida de malezas y gramíneas en la atmósfera, no fue significativa durante los meses de estudio, lo que indica que durante éste intervalo de tiempo aún no corresponde a su máximo periodo de floración (Anexo 4).

La concentración más alta entre las malezas corresponde a la familia de las Crucíferas, que representa el 1.62 %, del total del polen registrado (Anexo 4 – Tabla 1).

DISCUSIÓN:

Retomando desde las primeras descripciones de las reacciones alérgicas al polen, cabe mencionar al Dr. Botalo quien en 1533 describió la reacción que tenía uno de sus pacientes a las flores, ésta reacción se caracterizó por estornudos en salva, prurito nasal, rinorrea hialina. En 1819 fue el Dr. Bostock quien describió su propia enfermedad íntimamente ligada con la época estacional de pastos en Inglaterra.

El estudio de la polinización en el área de alergología se considera prioritario, debido a que es uno de los principales agentes etiológicos desencadenantes de la respuesta alérgica (Platts 2011). Pocos son los reportes mexicanos, no presentan seguimiento, aunado con la gran diversidad demográfica de la ciudad que da lugar a los cambios ambientales que estamos viviendo, modificando el ambiente y en consecuencia que las zonas verdes de la Ciudad se alteren impactando sobre las enfermedades de origen alérgico. De los aeroalergenos que forman parte del panel diagnóstico del INP, no se contemplan las siguientes especies que si se registraron en el estudio: *Acer*, *Alnus*, *Liquidamba*, las cuales representan una alternativa para ser utilizados dentro del panel diagnóstico y evaluar en un futuro su relevancia clínica y sus concentraciones en pacientes susceptibles. o ausencia de un gran número de especies vegetales mismas que pueden ser consideradas como alergénicas, resultando de relevancia evaluar en qué grado la flora alergénica ha cambiado.

Éste estudio demuestra la diversidad de flora encontrada que no aparece en las publicaciones mexicanas ya mencionadas; tal es el caso de las *Casuarinas*, la cuales además de encontrarse y ahora reportarse como una flora alergénica más a considerar, se reportó en concentraciones arriba del 30 granos de polen/m³ en la atmósfera (Anexo 4).

Es significativo el reporte de granos de polen/m³, para las especies de *Alnus sp*, *Cupresus sp* y *Fraxinus sp*, por arriba de los 200 granos de polen/m³, de importancia para el alergólogo desde el punto de vista que, para dar una reacción alérgica se requieren, 30 granos de polen/m³ en el ambiente (Peláez 2003).

CONCLUSIONES:

En éste estudio se demuestra como al paso de los años el cambio ambiental con respecto a la flora y sus especies, son variables. Nosotros registramos una nueva especie de vegetales anemófilos como es el caso de las Casuarina, no reportadas en ninguno de los estudios hechos en la Ciudad de México, hace ya más de 30 años, así como las concentraciones totalmente desconocidas para éstos aeroalergénos; como los son: *Fraxinus sp* 582 granos de polen/m³, *Cupressaceae* 364 granos de polen/m³, *Alnus sp* de 230 granos de polen/m³ durante el primer mes del año. Éste estudio sugiere que, el panel de pruebas de alergia que se realiza en el INP, sean agregadas éstas especies.

ANEXOS:

1. Hoja: Recolección de muestras.
2. Mapa INEGI: Se observa el perímetro del área muestreada escala 1:50,000 de la Zona Sur de la Ciudad de México.
3. Hoja de Cálculo: Determina la concentración de granos de polen/m³.
4. Tabla 1: Frecuencia Relativa de Aeroalergénos. Enero-Marzo, 2002. Instituto Nacional de Pediatría. Cd. De México.

Anexo 1

INP-AEROBIOLOGIA 2002 POLEN		Fecha																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
U/M ³	%	U/M ³ %																																	
1																																			
2																																			
3																																			
4																																			
5																																			
6																																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11																																			
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19																																			
20																																			
21																																			
22																																			
23																																			
24																																			
25																																			
26																																			
27																																			
28																																			
29																																			
30																																			
31																																			
32																																			
33																																			
34																																			
35																																			
36																																			
37																																			
38																																			
39																																			
40																																			
41																																			
42																																			
43																																			
44																																			
45																																			
46																																			
47																																			
48																																			
49																																			
50																																			



Ane:

ESCALA 1:50,000

Mapa
1981

3.1.1.1.1. "CON INFORMACION POR LOS DOTTOR, EL MUNICIPIO
MUNICIPAL DE SAN CARLOS, LA CIUDAD DE
SAN CARLOS Y CON LA LIGA CIVIL DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS"

The following formula is basic to all volumetric sampling:

$$\frac{\text{Particles}}{M^3} = \frac{\text{Total particles in sample (P)}}{\text{Total volume of air samples (M}^3\text{)}}$$

The total volume of air swept by the sampler in a given period is calculated as follows:

$$\text{Volume (M}^3\text{)} = \frac{\text{Collecting area (cm}^2\text{)} \times \text{swing diameter (cm)} \times \text{RPM} \times \text{Time (min)} \times \pi}{10^6 \text{ cm}^3/\text{M}^3}$$

In the case of a pair of retracting "I" rods the total exposed area is:

$$2.3 \text{ cm} \times 0.159 \text{ cm} \times 2 = 0.73 \text{ cm}^2$$

$$\pi = 3.14$$

$$\text{Swing Diameter} = 8.6 \text{ cm}$$

$$\text{RPM} = 2400 \text{ (unless otherwise specified)}$$

$$\text{Time} = 144 \text{ minutes (10\% for 24 hours)}$$

$$\text{Thus: Volume} = \frac{0.73 \text{ cm}^2 \times 8.6 \text{ cm} \times 2400 \times 144 \text{ min} \times 3.14}{10^6 \text{ cm}^3/\text{M}^3}$$

$$\text{Volume} = \frac{6.81 \times 10^6 \text{ cm}^3}{10^6 \text{ cm}^3/\text{M}^3} = 6.8 \text{ M}^3$$

If 1150 particle are counted along the 46 mm of rod surface representing 144 minutes and as swing diameter, collecting area and π are all constant they may be combined as 0.0197. The calculations can be greatly simplified:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Particles}}{M^3} &= \frac{\text{Total particles}}{\text{RPM} \times \text{time} \times 0.0197 \times 10^{-3}} \\ &= \frac{1150 \text{ particles}}{2400 \times 144 \text{ min} \times 0.0197 \times 10^{-3}} \\ &= \frac{1150 \text{ particles}}{6.8 \text{ M}^3} \\ &= 170 \text{ P's/M}^3 \end{aligned}$$

These mathematical steps were followed to determine each point on the particle concentration graphs and would be repeated to calculate additional points for other graphs.

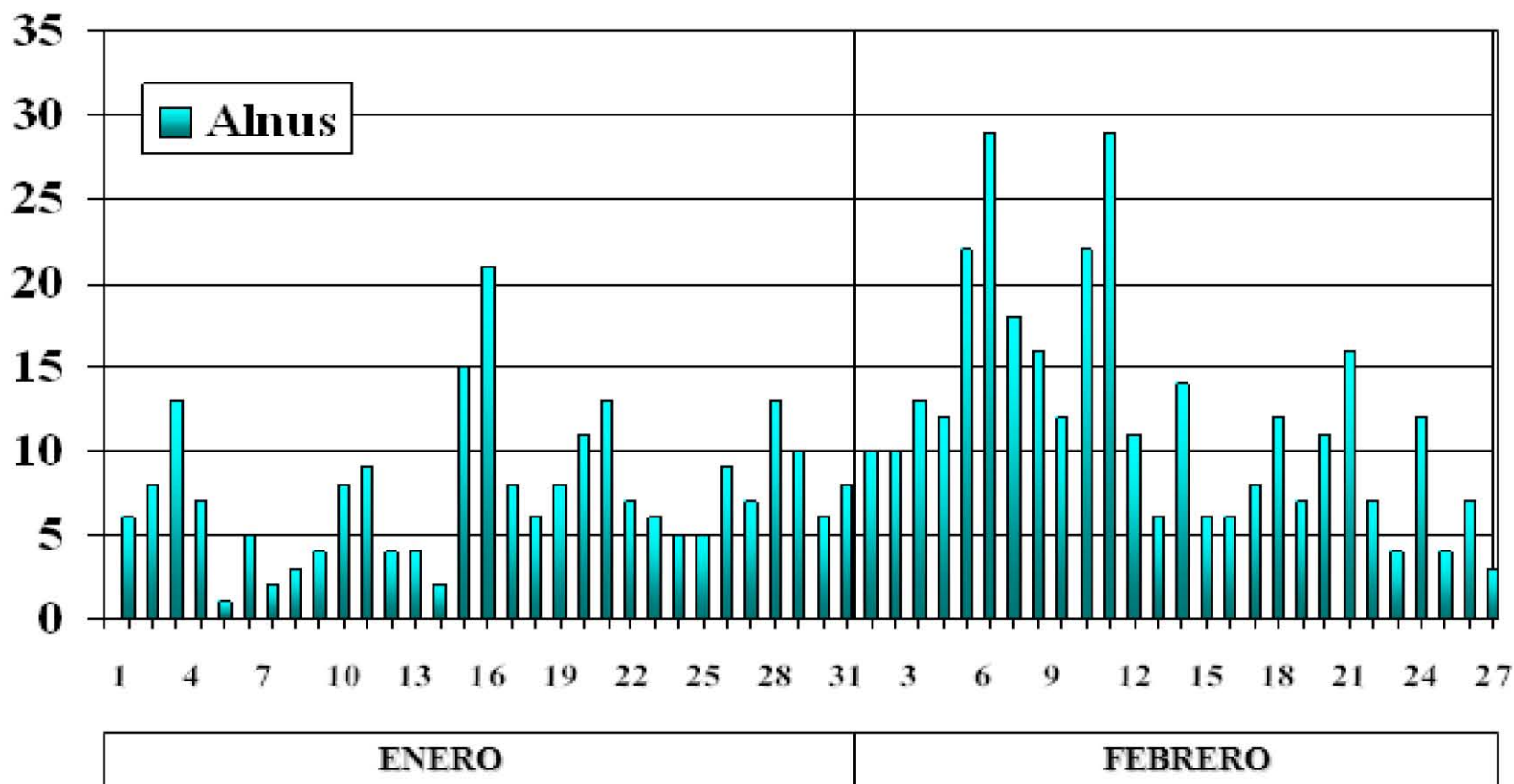
Tabla 1.-Frecuencia Relativa de Aerolaergenos.
Enero-Marzo INP Ciudad de Mexico 2002

ESPECIE	ENERO		FEBRERO	
	Cantidad Polen/m3	%	Cantidad Polen/m3	%
<i>Fraxinus</i>	582	45.01	425	31.60
CUPRESSACEAE	364	28.15	311	23.17
<i>Alnus</i>	230	17.78	335	24.90
<i>Pinus</i>	22	1.70	10	0.74
<i>Schinus</i>	20	1.54	11	0.81
<i>Quercus</i>	7	0.54	75	5.58
<i>Eucalyptus</i>	6	0.46	11	0.81
<i>Acer</i>	5	0.38	54	4.02
<i>Ligustrum</i>	3	0.23	1	0.07
<i>Casuarina</i>	2	0.15	4	0.29
<i>Populus</i>	2	0.15	0	0.00
<i>Liquidambar</i>	0	0.00	80	5.96
CRUCIFERAE	21	1.62	6	0.44
CHENO-AM	10	0.77	7	0.52
COMPOSITAE	9	0.69	5	0.37
<i>Plantago</i>	1	0.07	0	0.00
GRAMINEAE	11	0.85	7	0.52

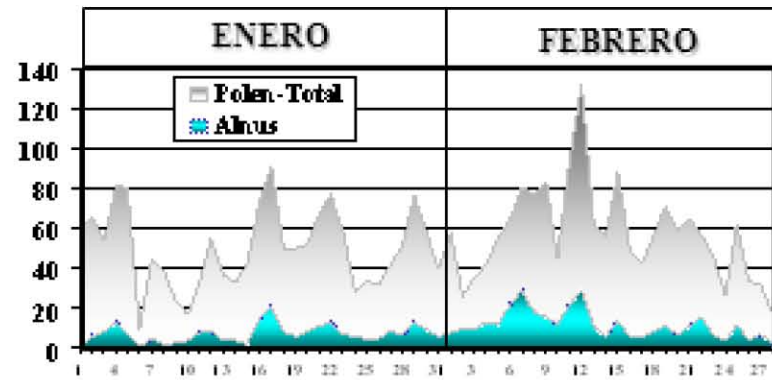
Polen de *Alnus sp.* (Aile)

Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

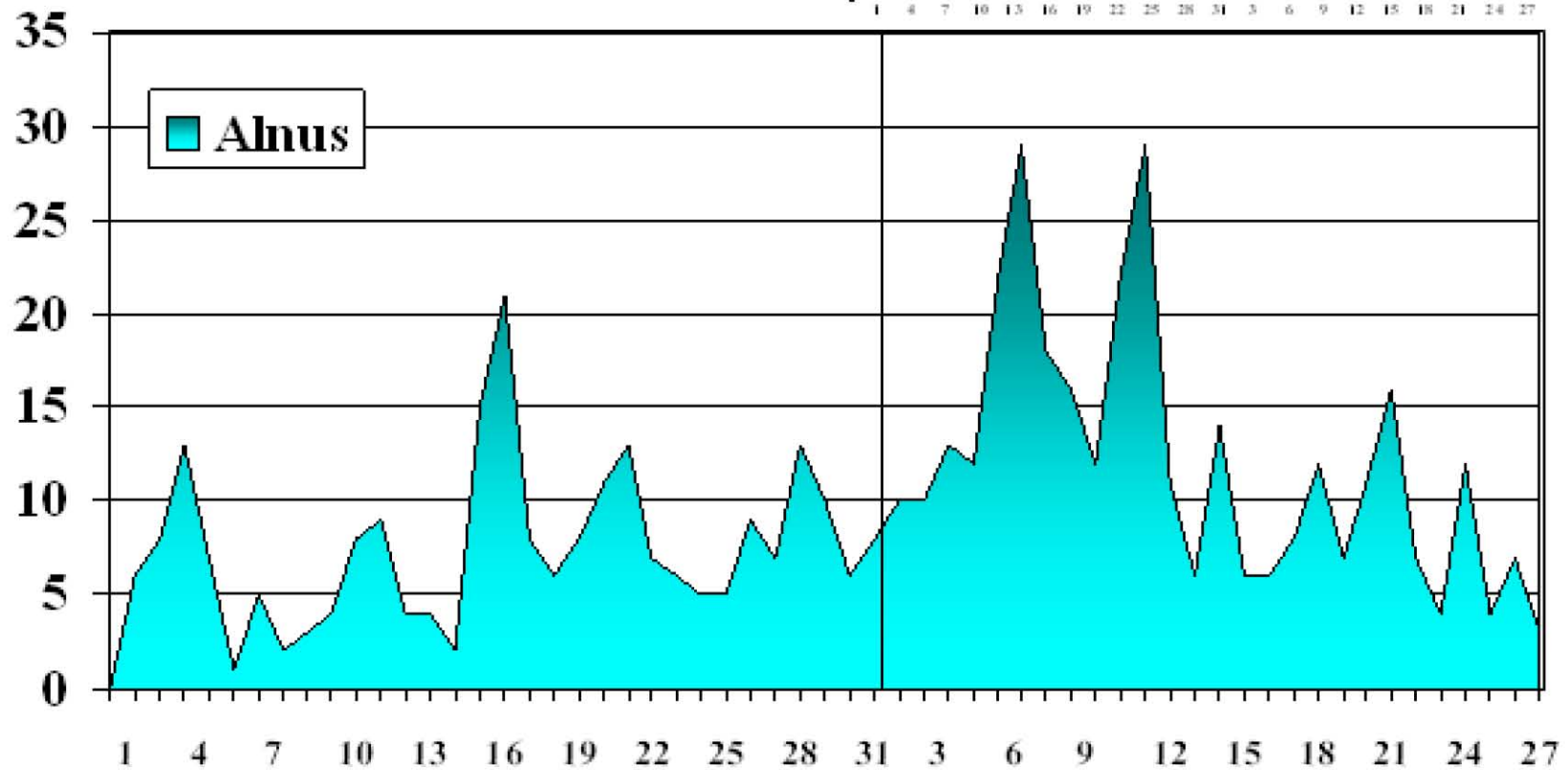
Polen/m3



Polen de *Alnus sp.* (Aile) Arbol
 Ene-Mar 2002
 INP, Ciudad de Mexico

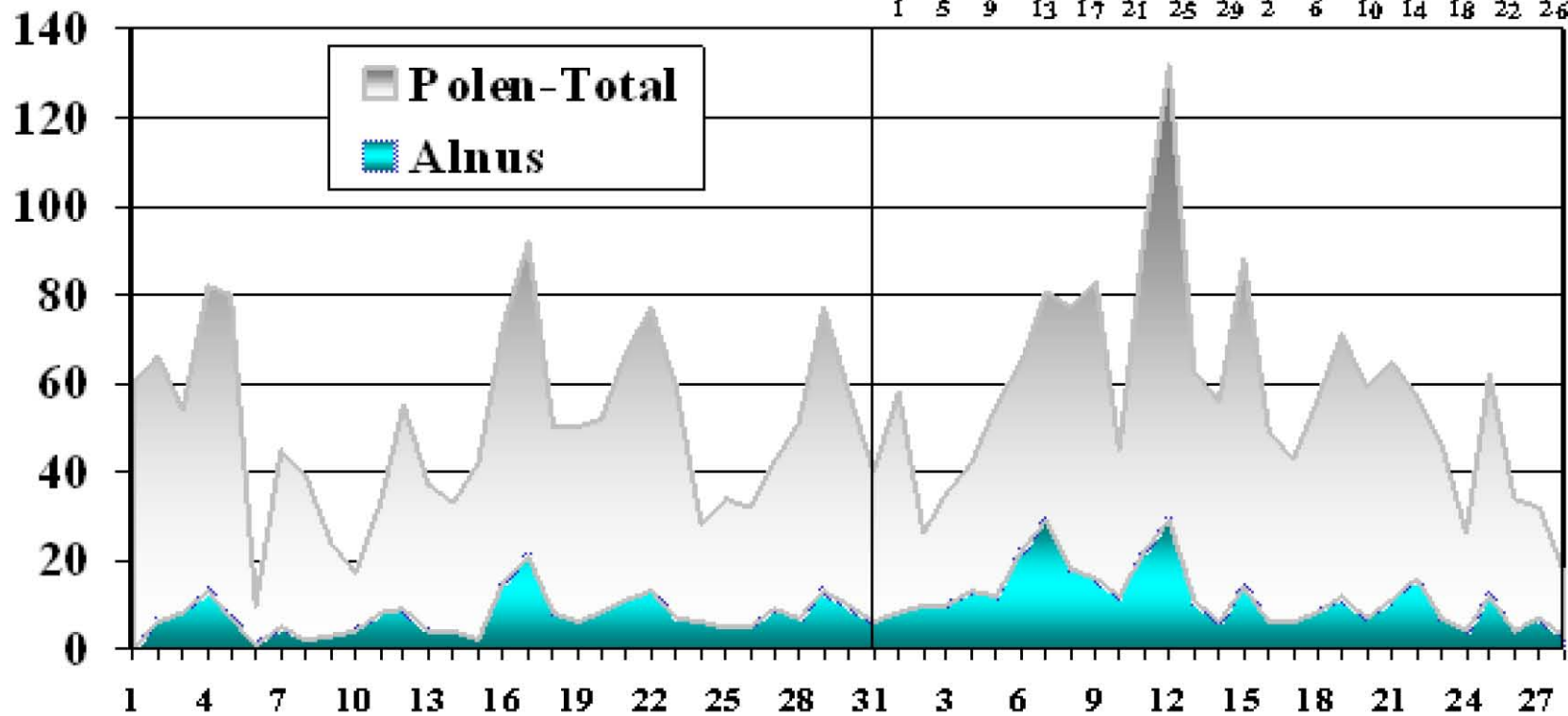
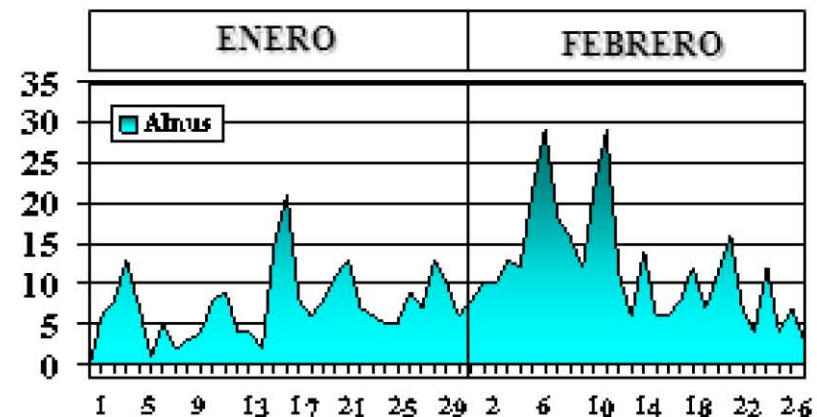


Polen/m3

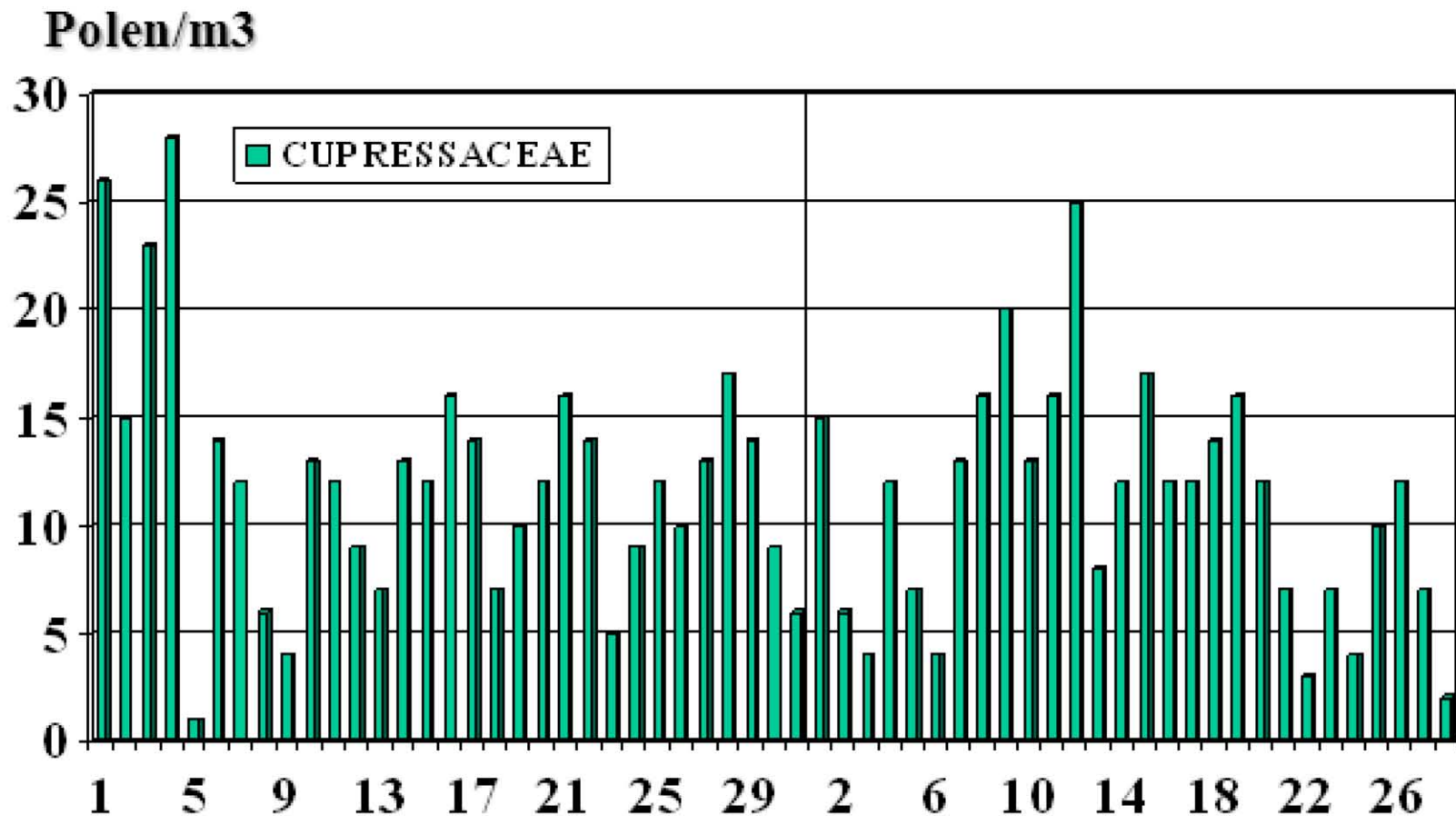


Polen de *Alnus sp.* (Aile) Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³

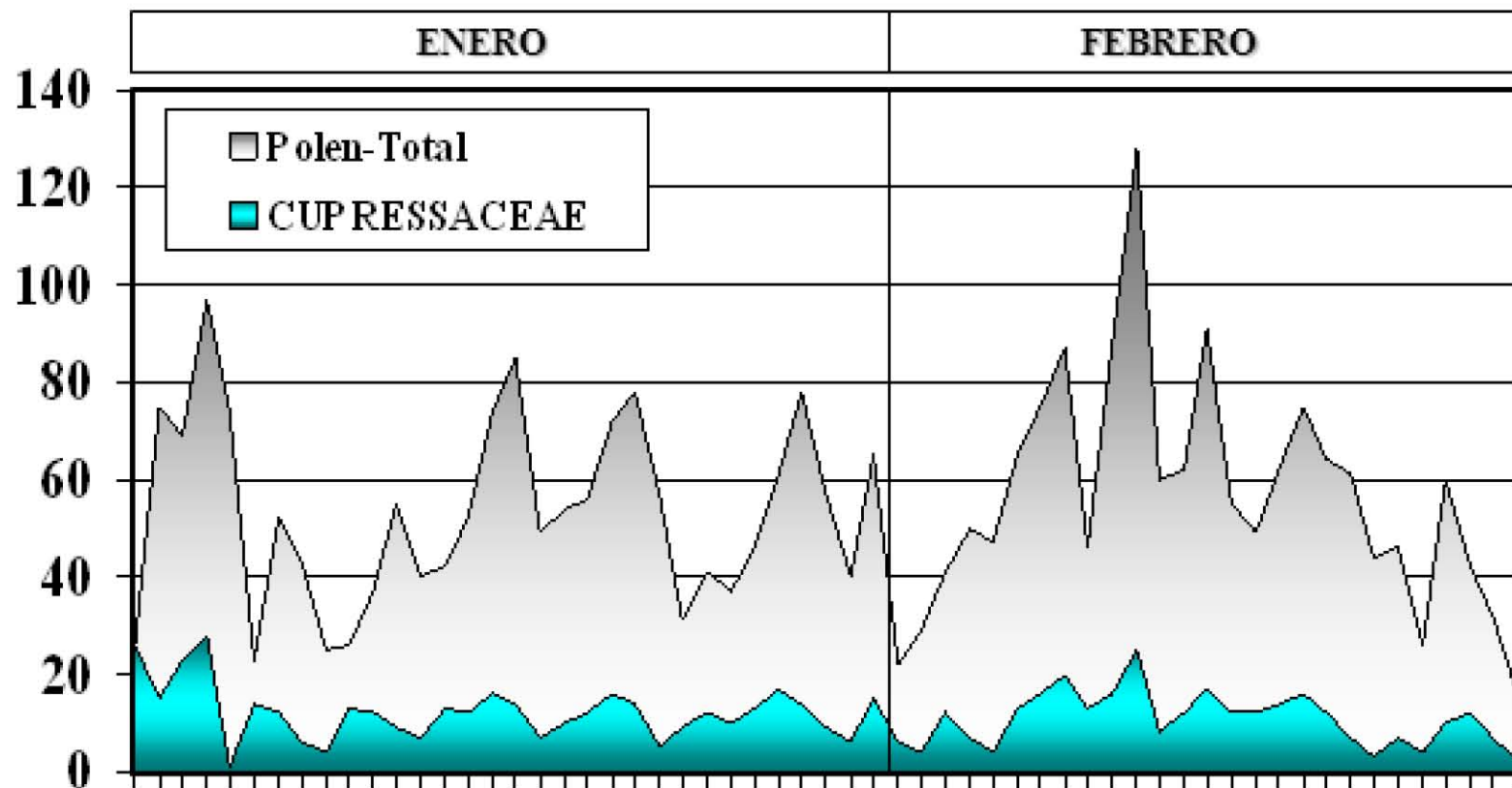


Polen de CUPRESSACEAE. (Cipres) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico



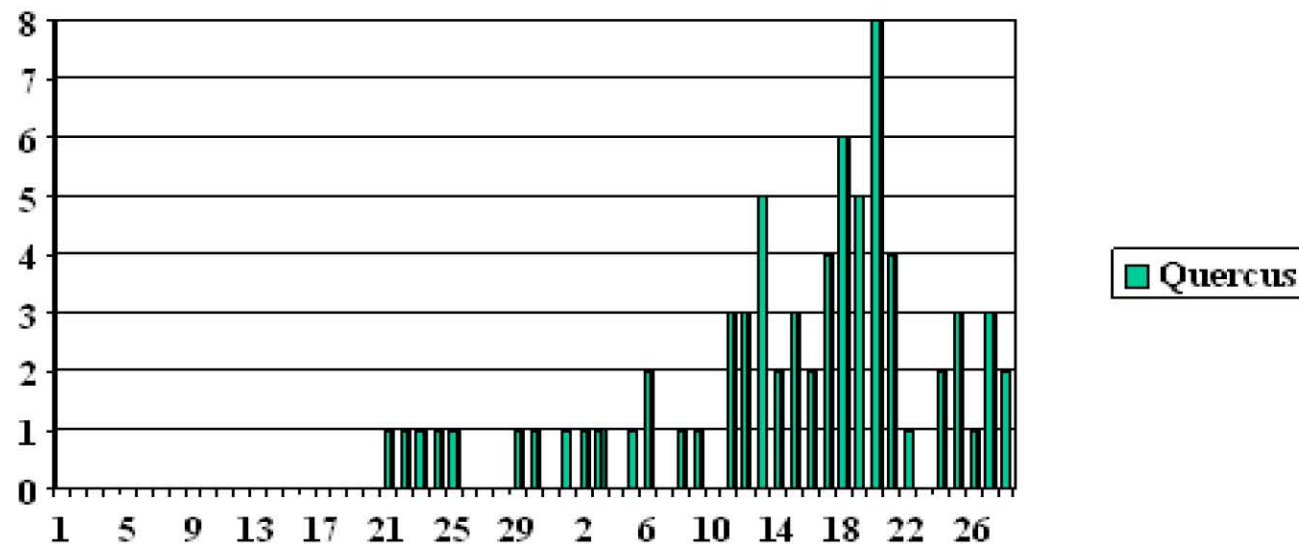
Polen de CUPRESSACEAE. (Cipres) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



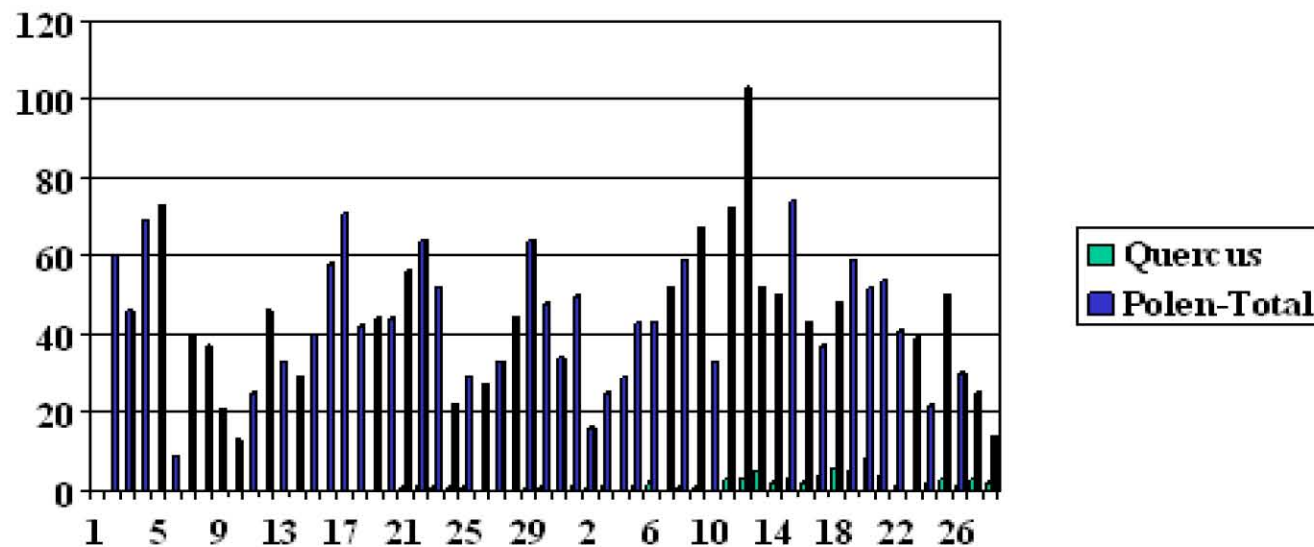
Polen de *Quercus sp* (Encino) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



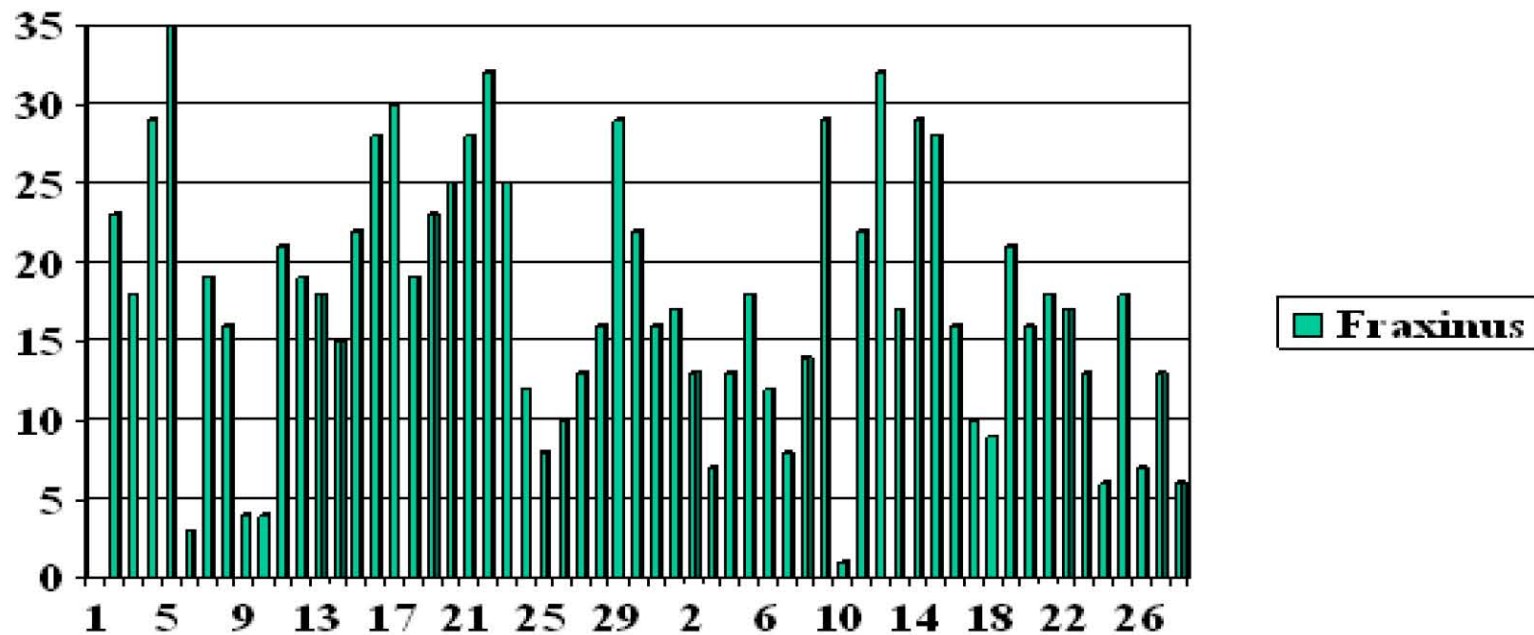
Polen de *Quercus sp* (Encino)Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m3



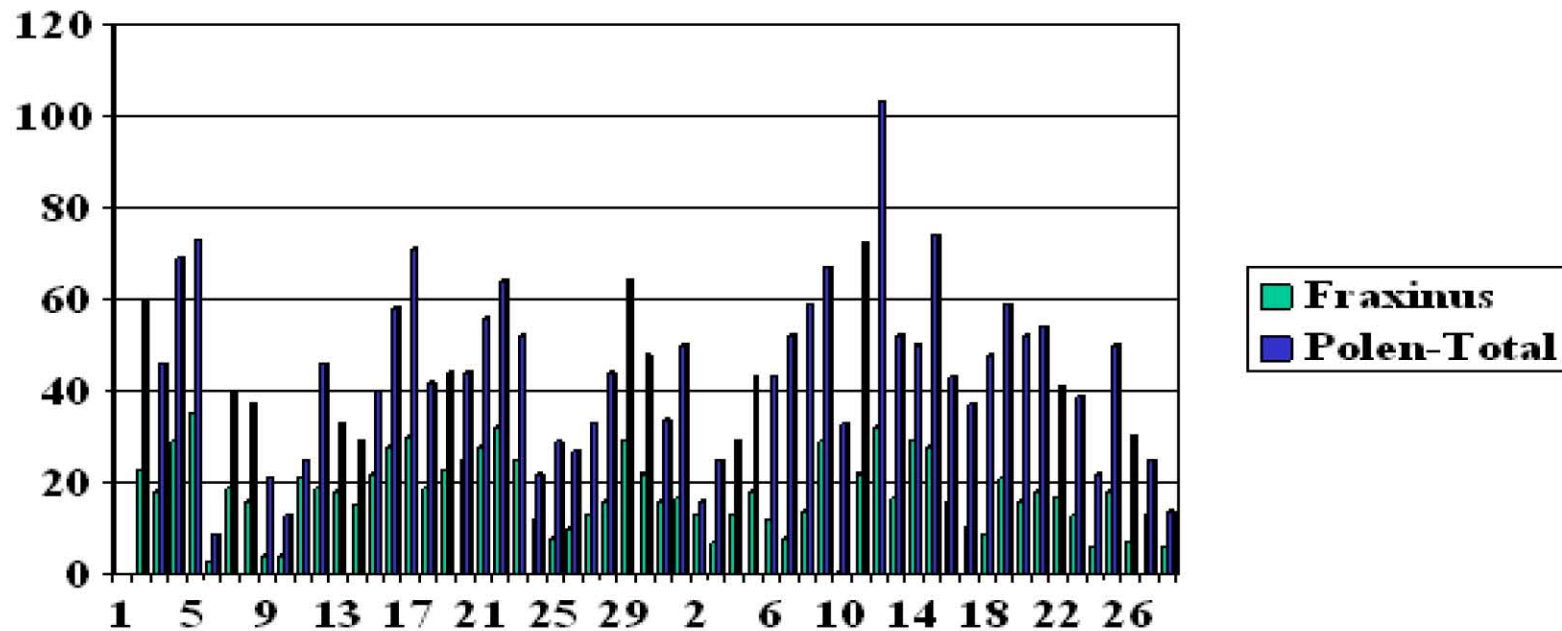
Polen de *Fraxinus sp.* (Fresno) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



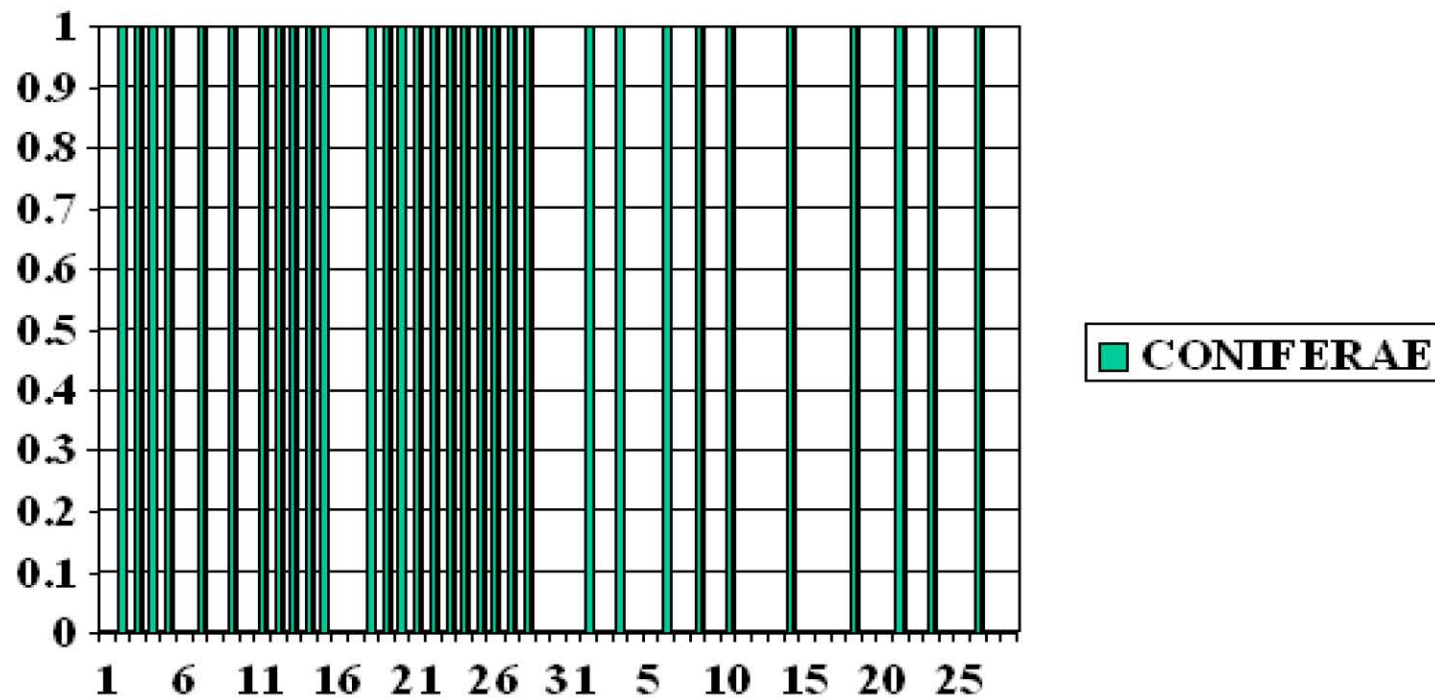
Polen de *Fraxinus sp.* (Fresno) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



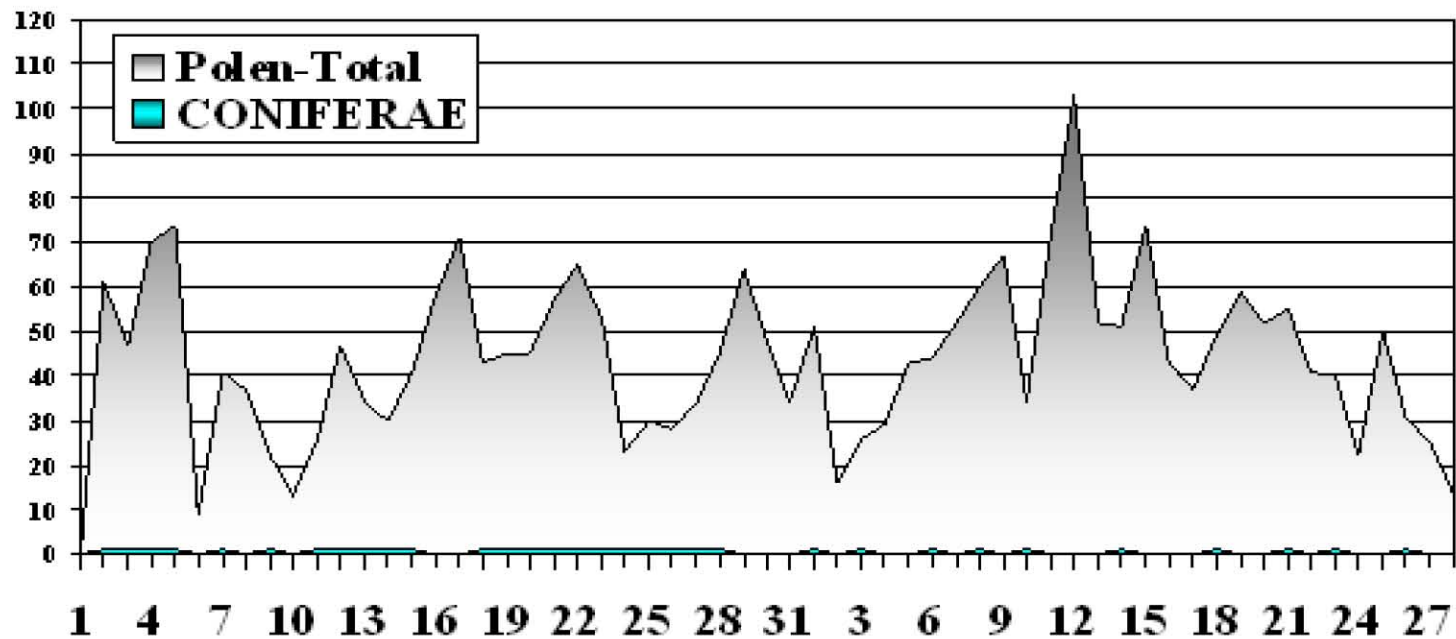
Polen de CONIFERAE (*Pinus sp*, *Abies sp*) Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



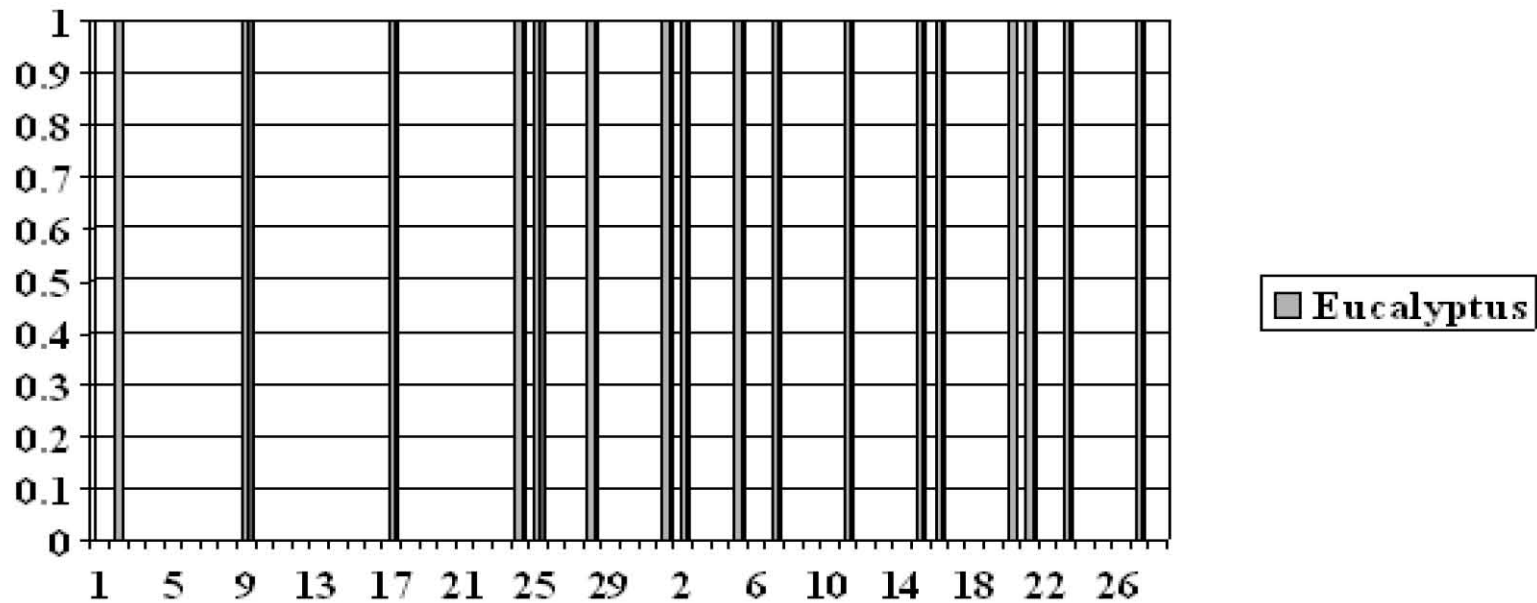
Polen de CONIFERAE (*Pinus sp*, *Abies sp*) Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



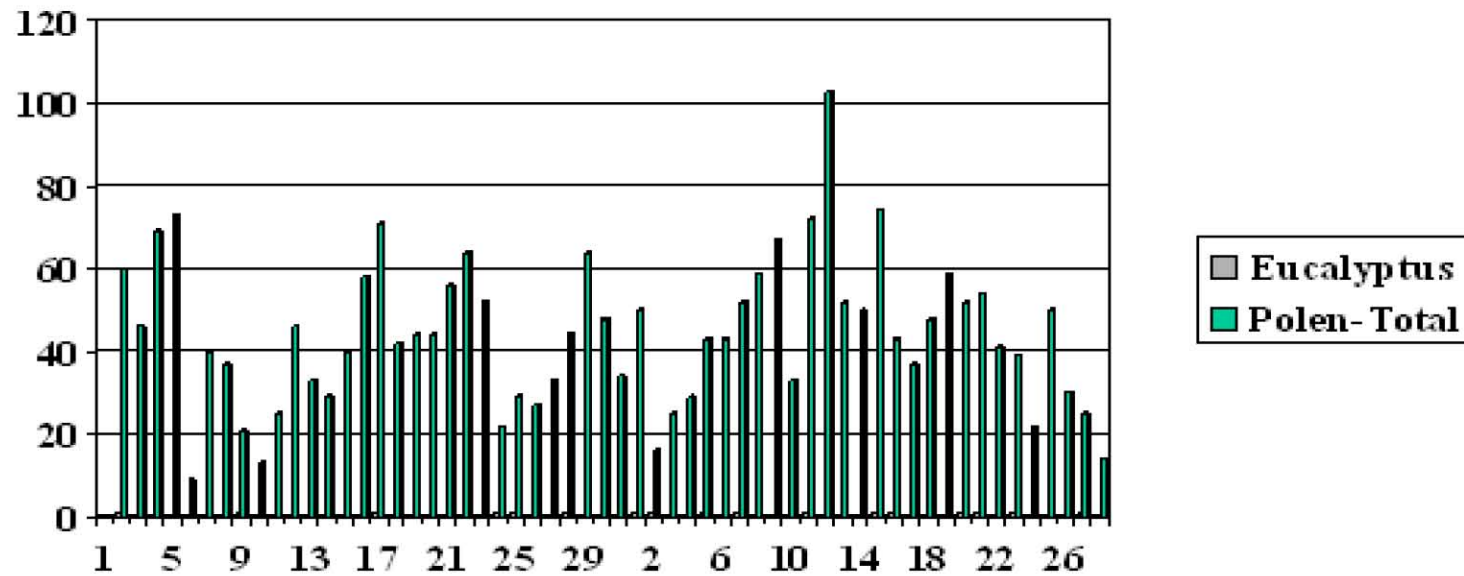
Polen de *Eucalyptus sp.* (Eucalipto) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



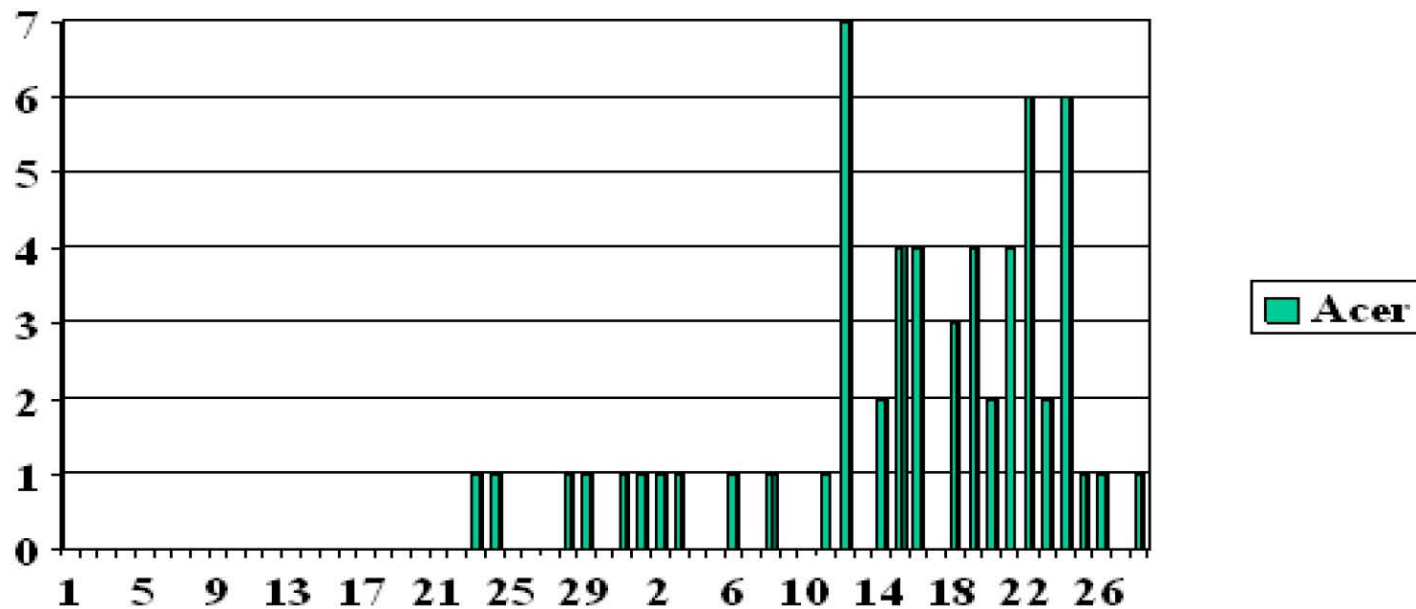
Polen de *Eucalyptus sp.* (Eucalipto) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



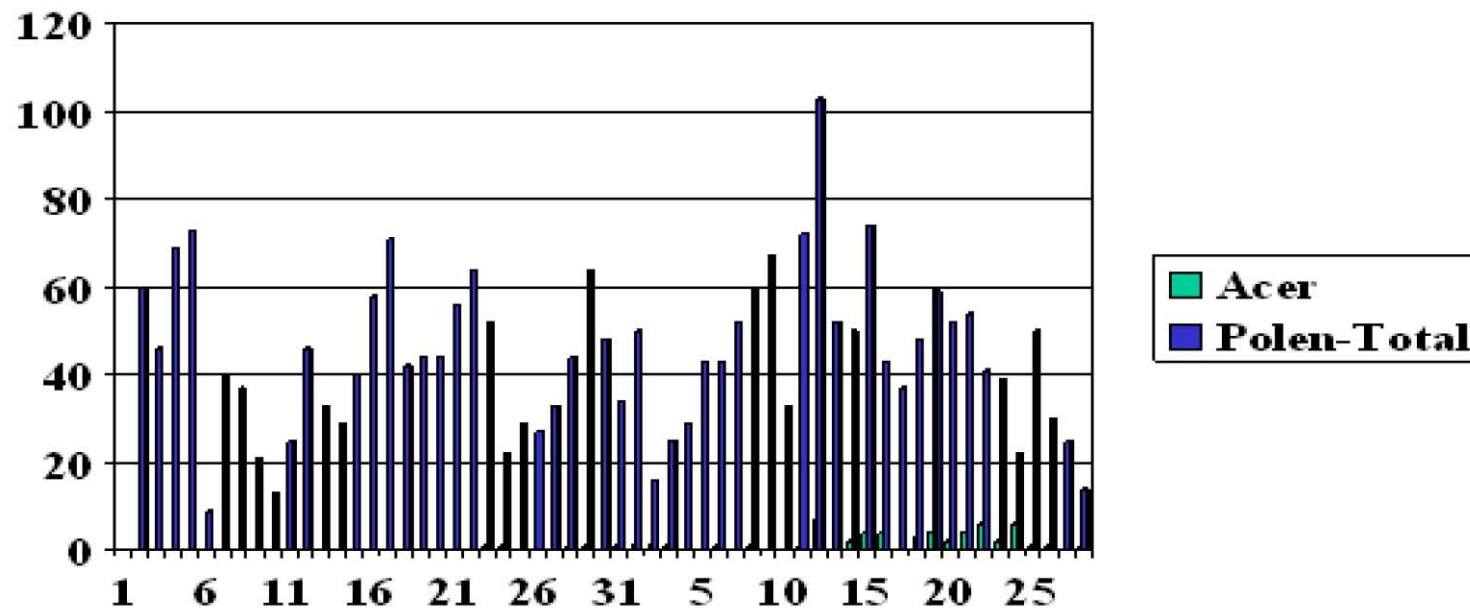
Polen de *Acer sp* (*Acer*)Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



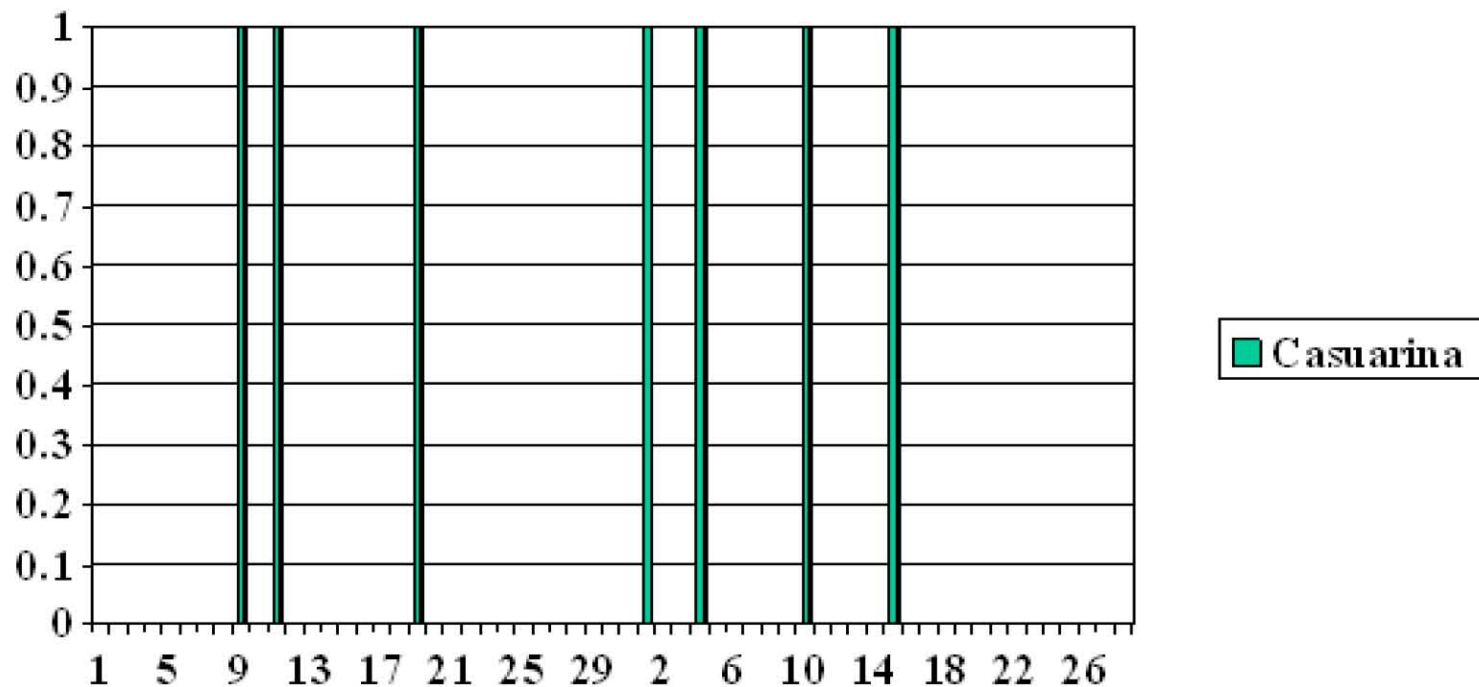
Polen de *Acer sp* (*Acer*)Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



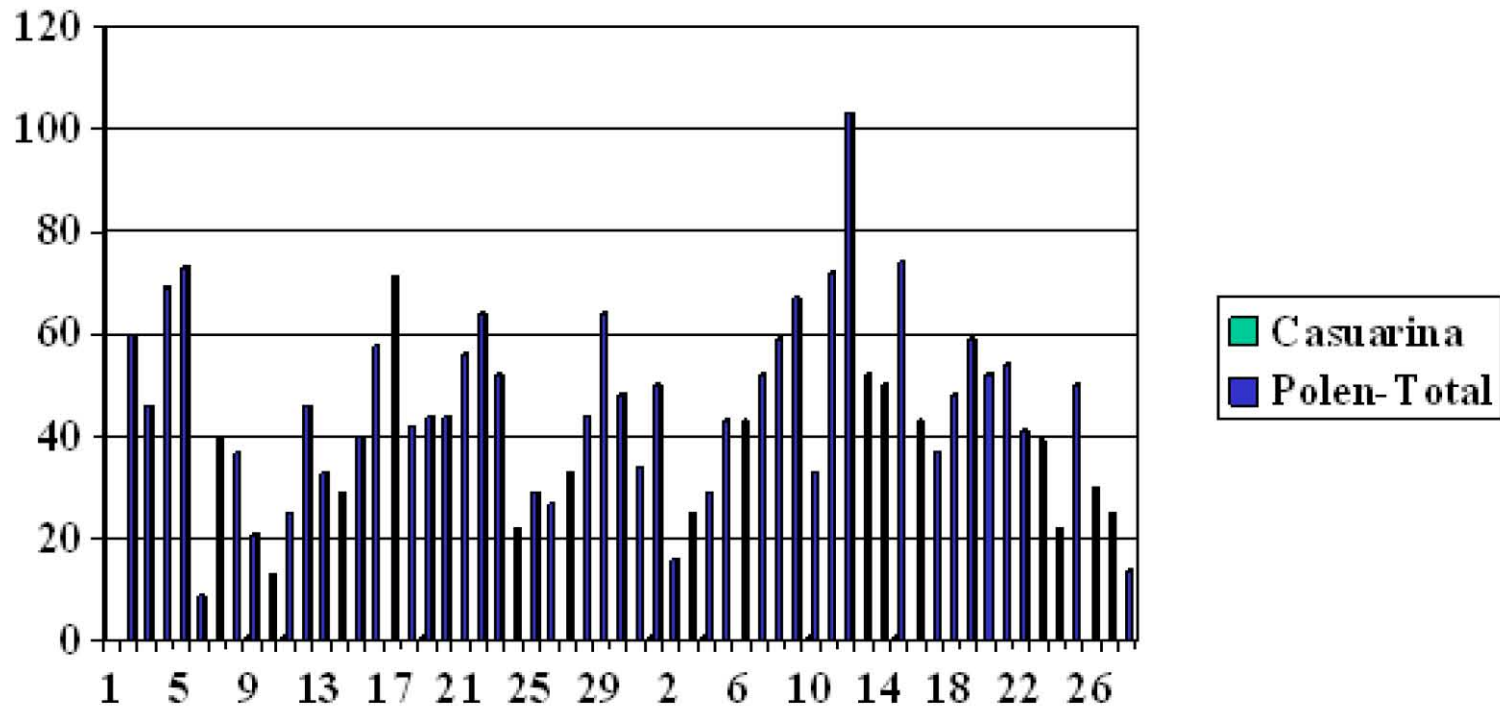
Polen de *Casuarina sp.* (Pino de mar) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



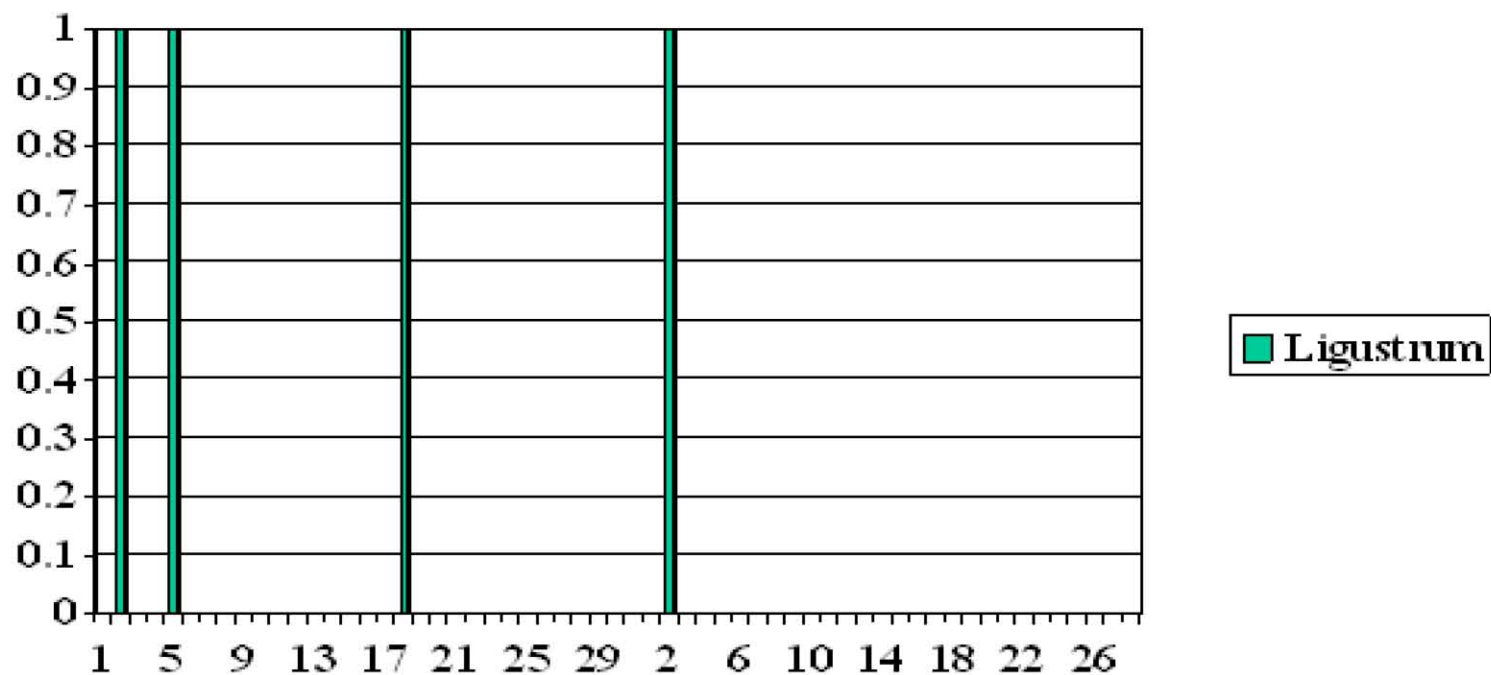
Polen de *Casuarina sp.* (Pino de mar) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



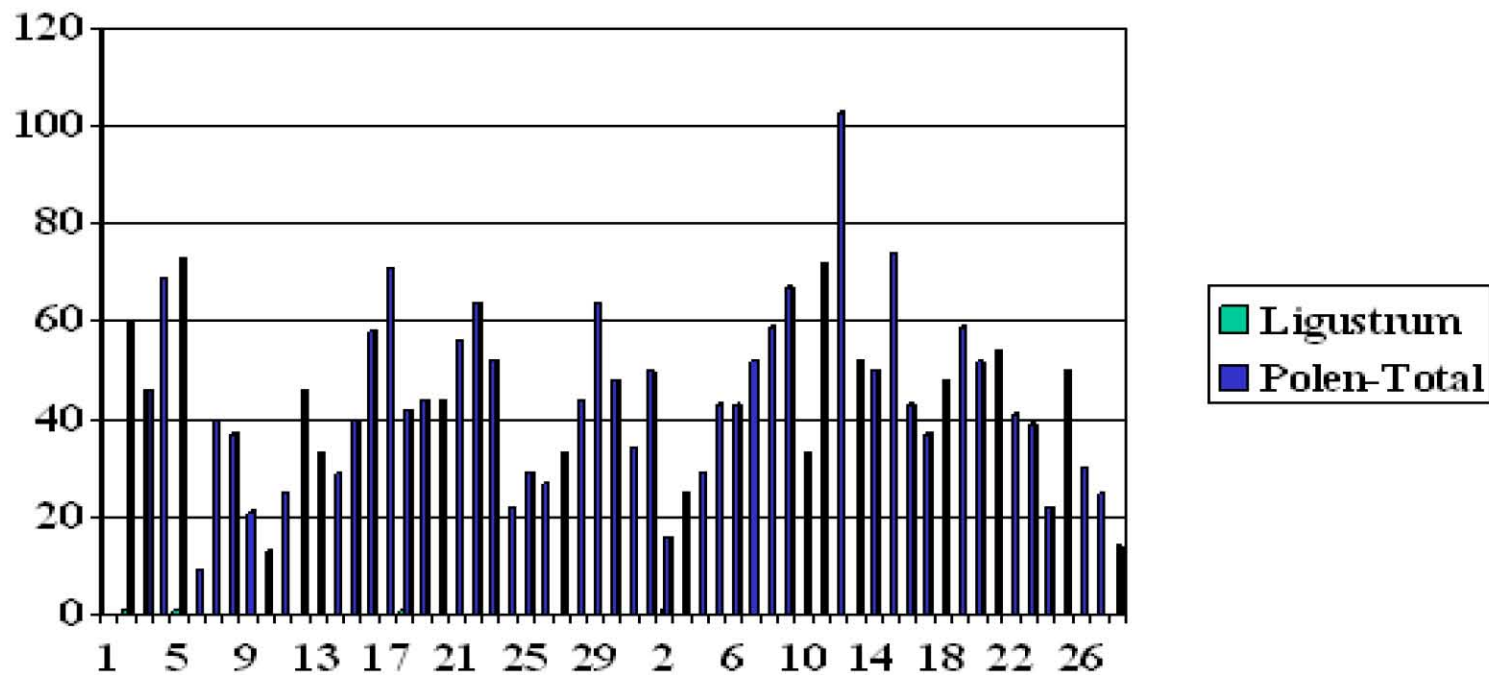
Polen de *Ligustrum sp.* (Trueno) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



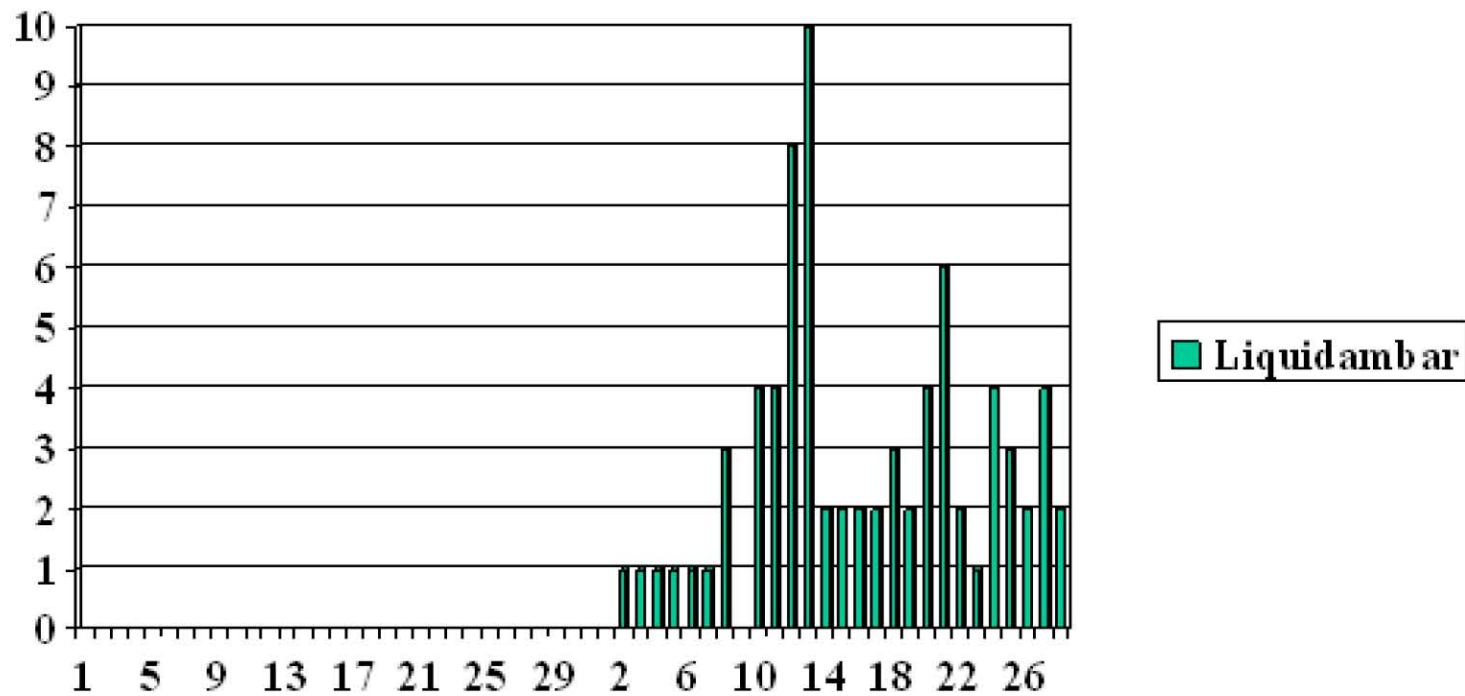
Polen de *Ligustrum sp.* (Trueno) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



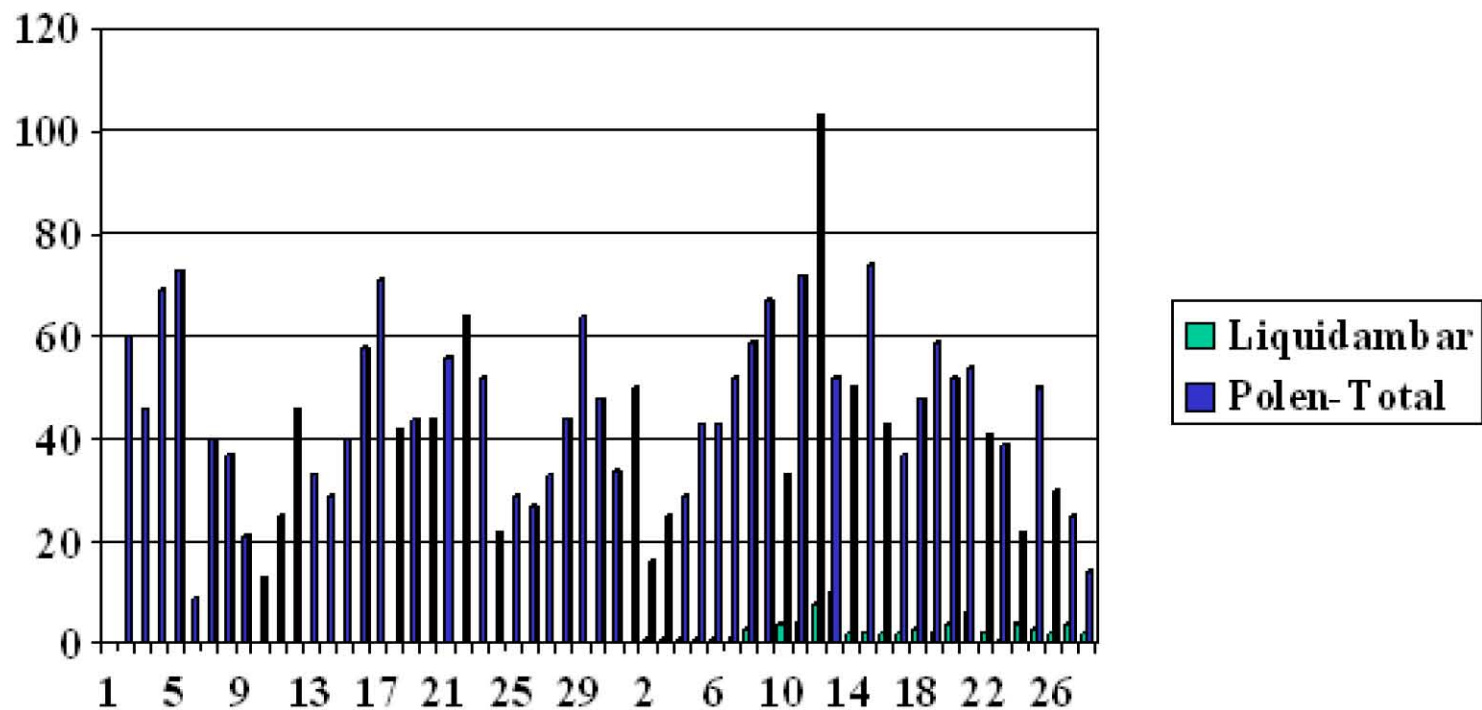
Polen de *Liquidambar* (Ambar) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



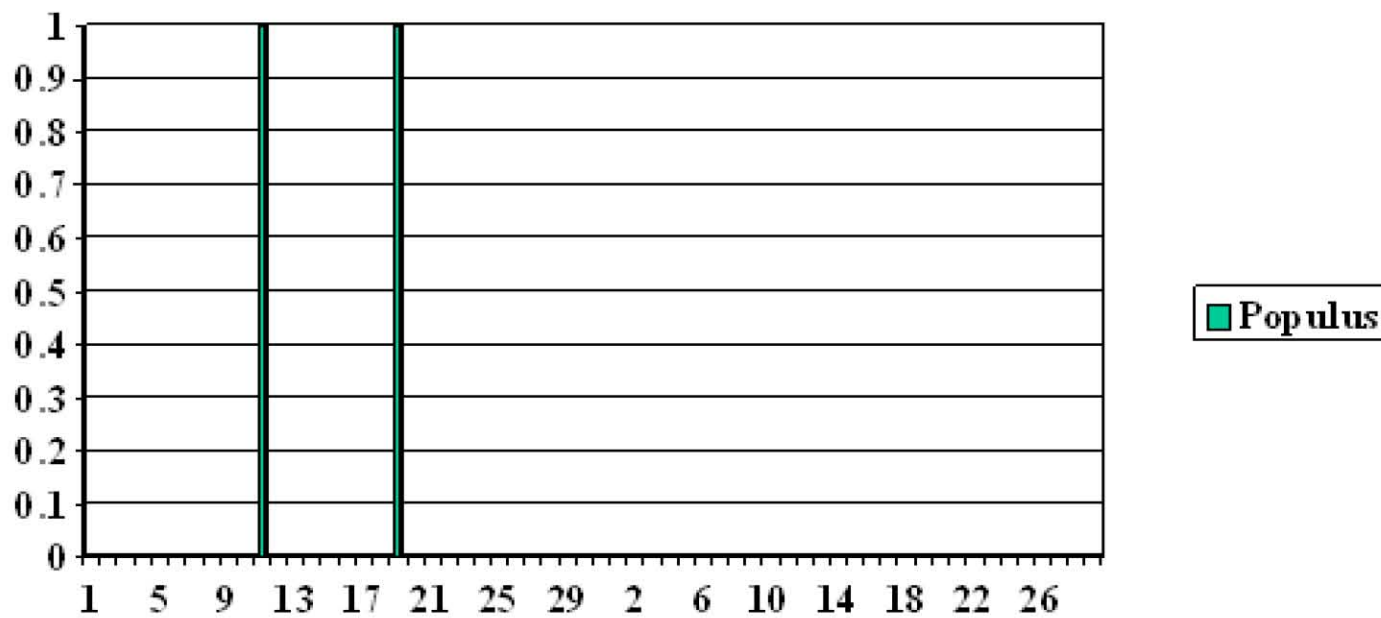
Polen de *Liquidambar* (Ambar) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



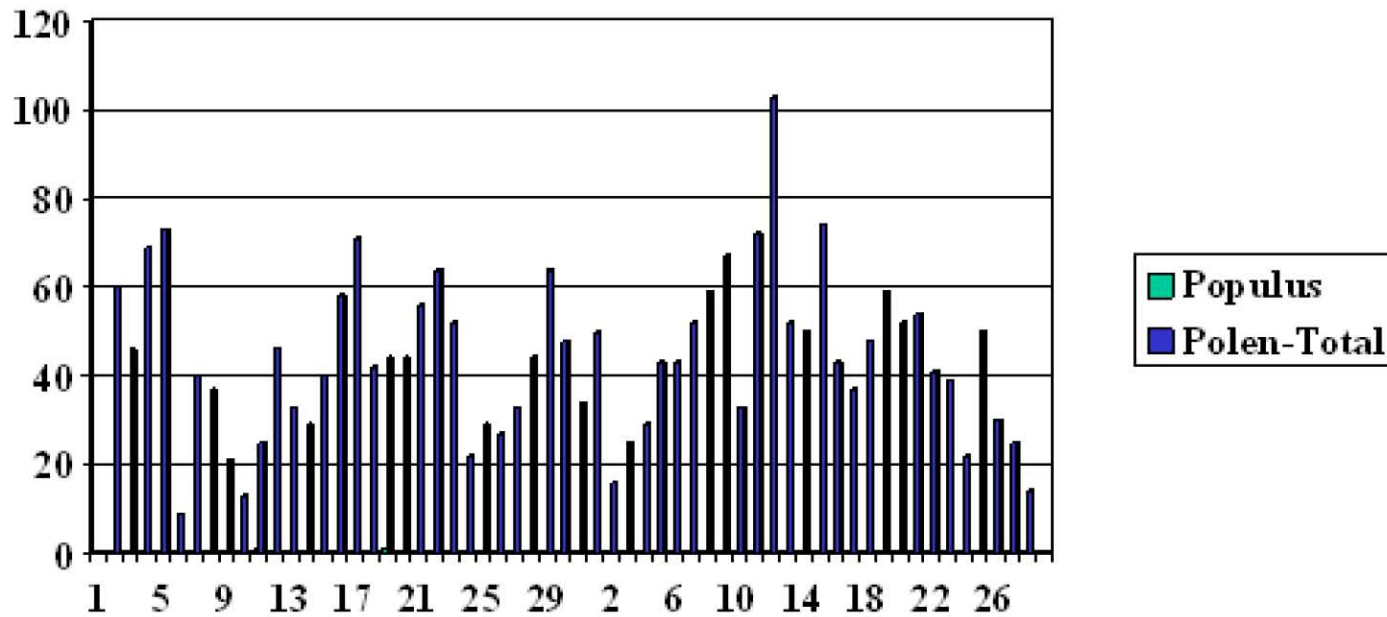
Polen de *Populus sp* (Alamo) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



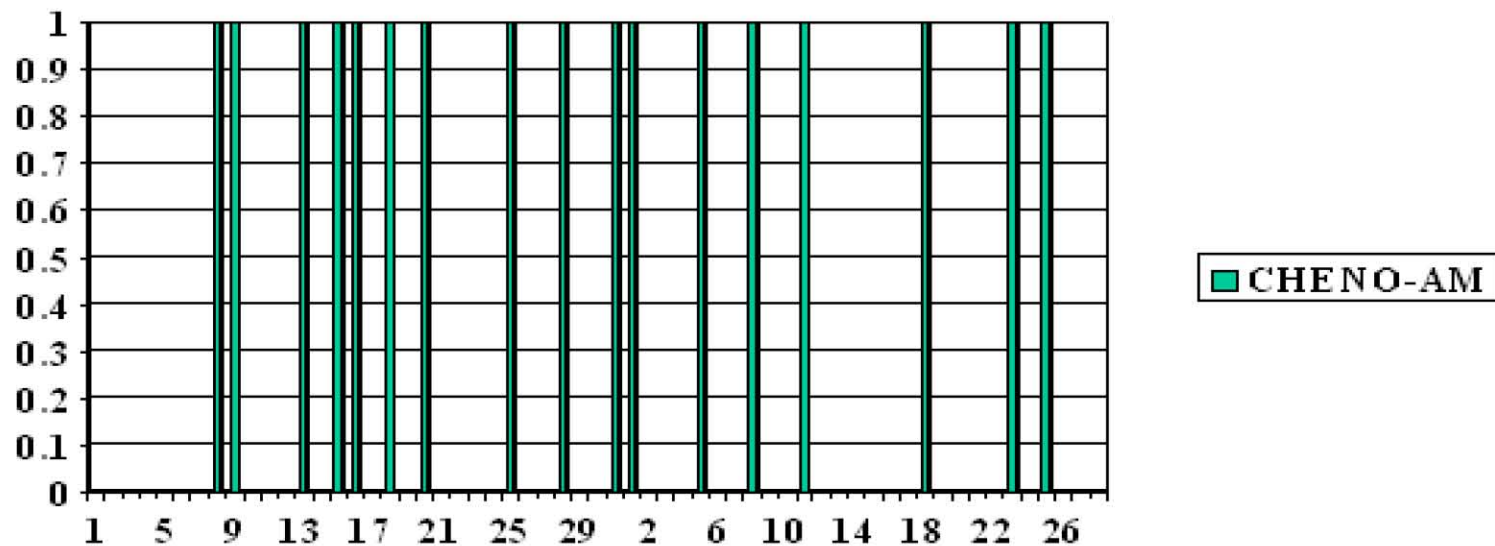
Polen de *Populus sp* (Alamo) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



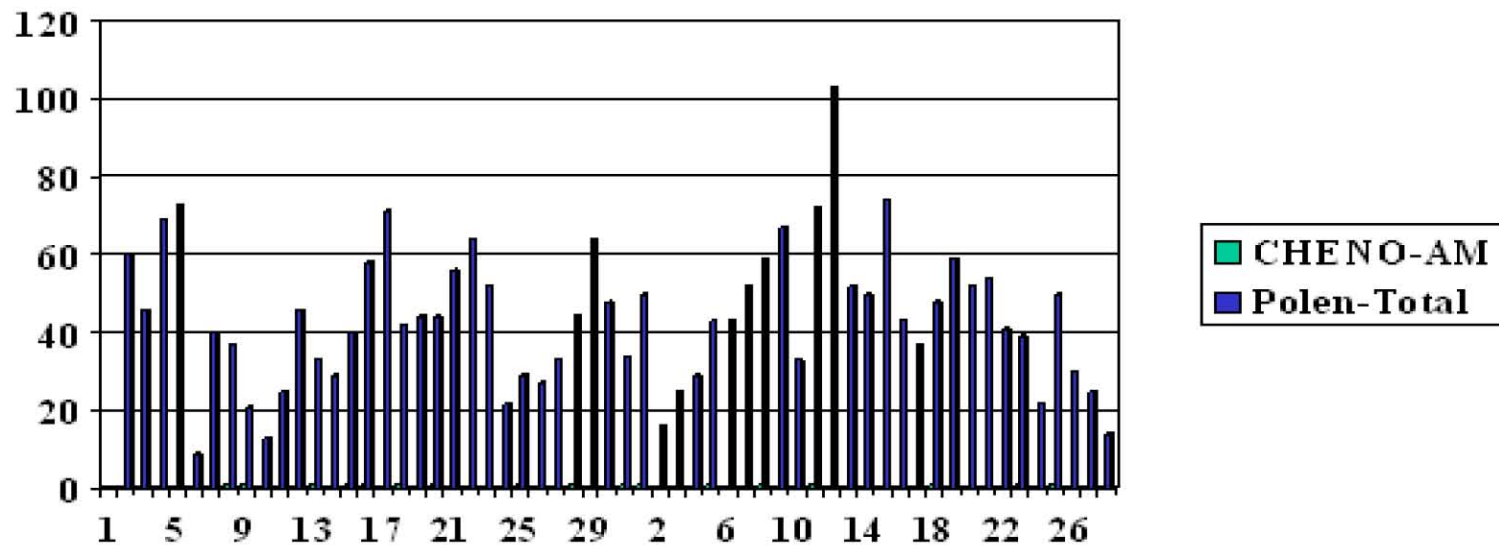
Polen de CHENO-AM (Chenopodiaceas-Amarantaceas) Malezas Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



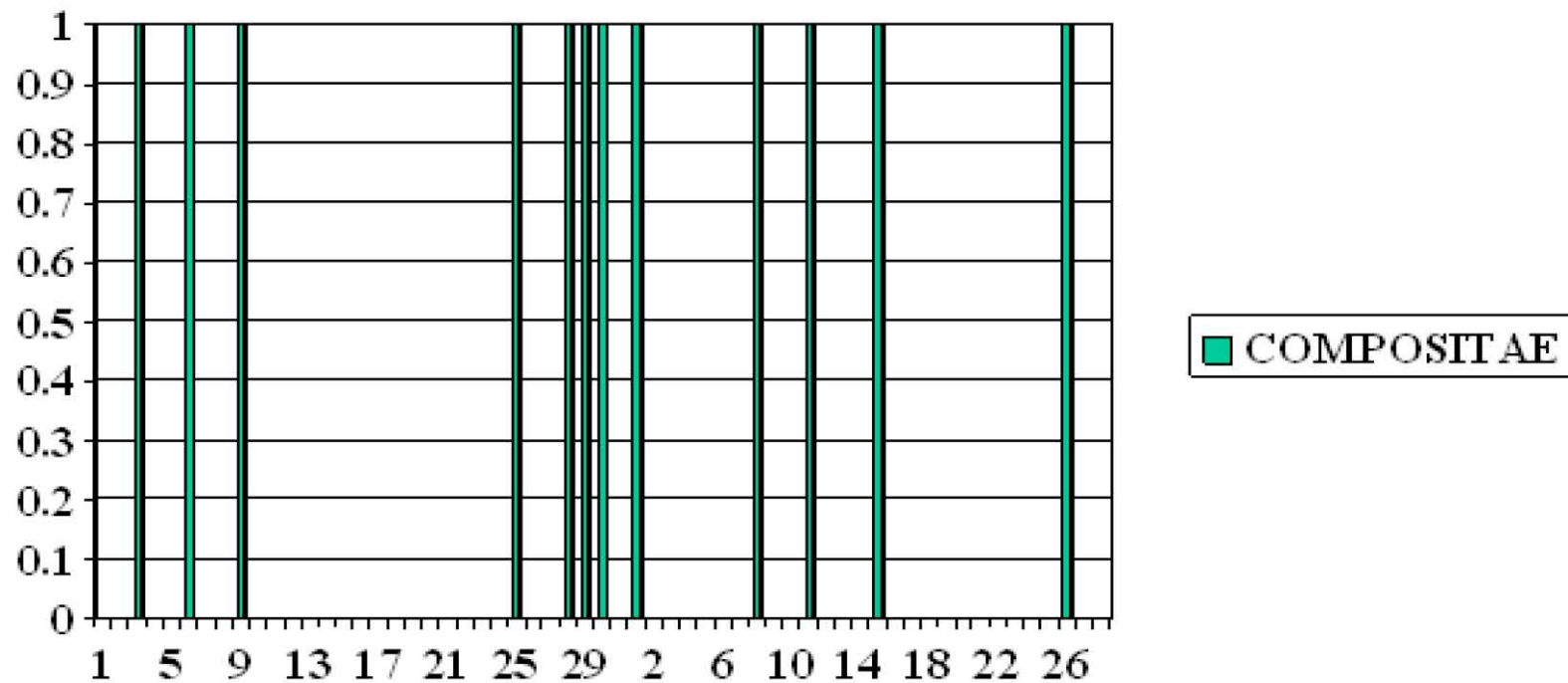
Polen de CHENO-AM (Chenopodiaceas-Amarantaceas) Malezas Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



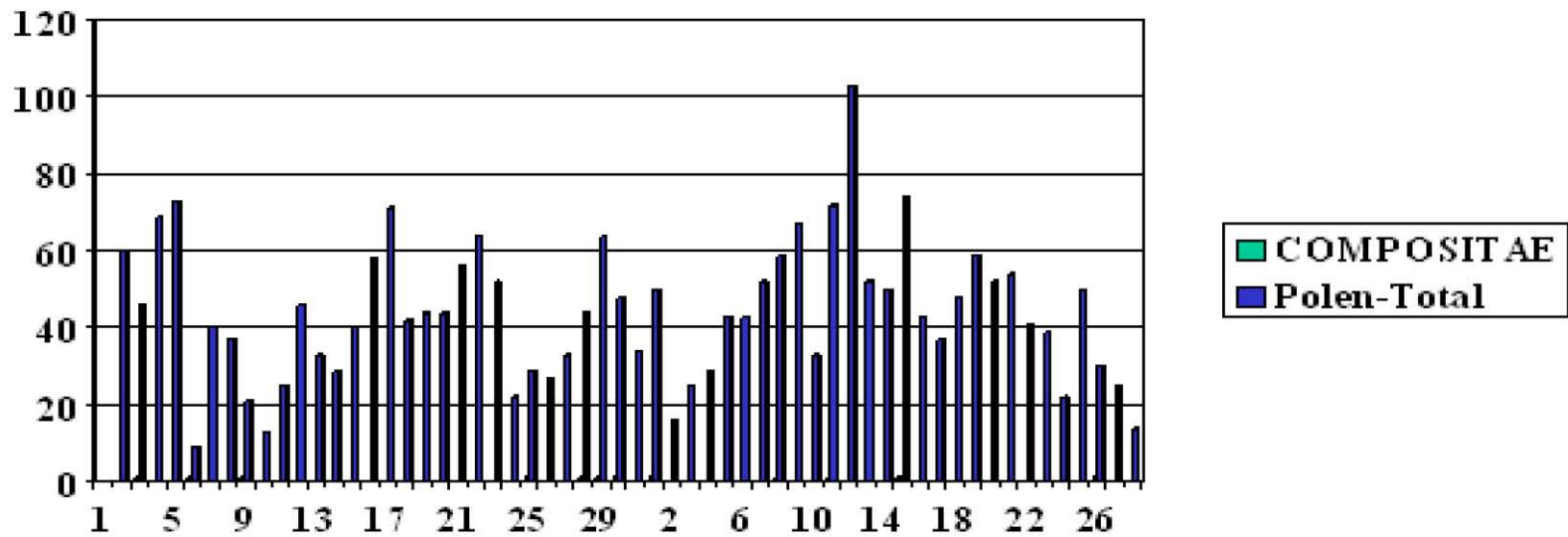
Polen de COMPOSITAE (Compuestas) Malezas Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³

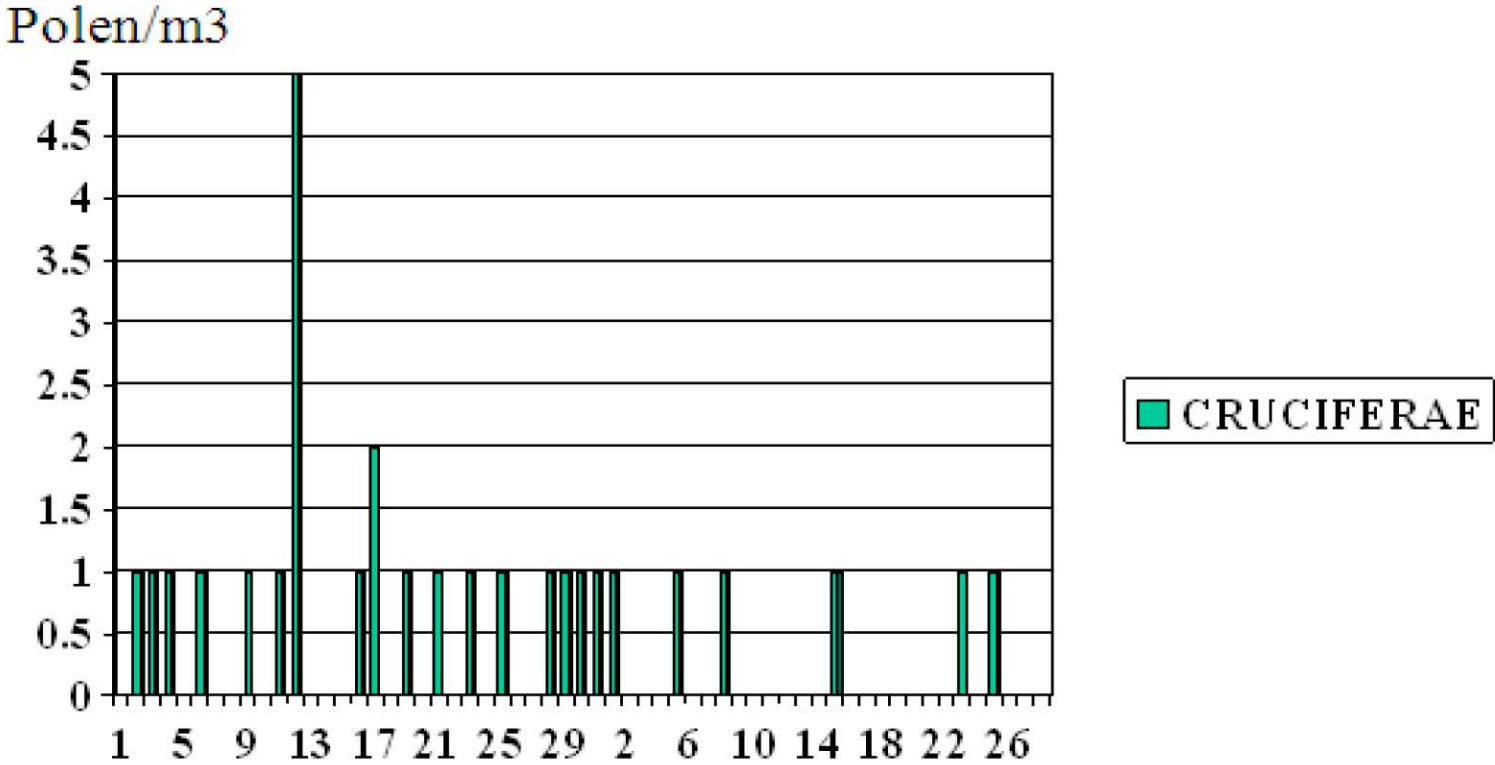


Polen de COMPOSITAE (Compuestas) Malezas Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

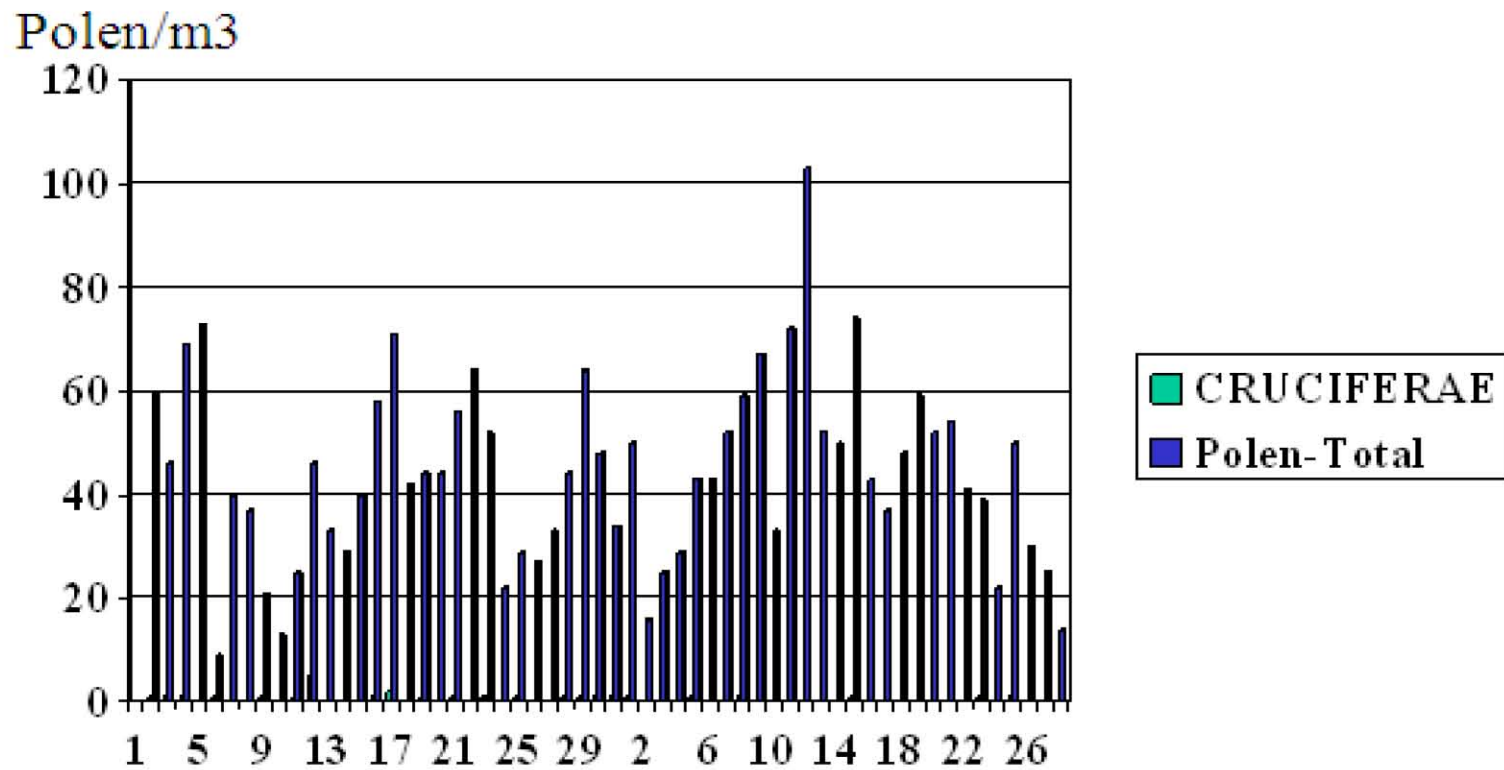
Polen/m³



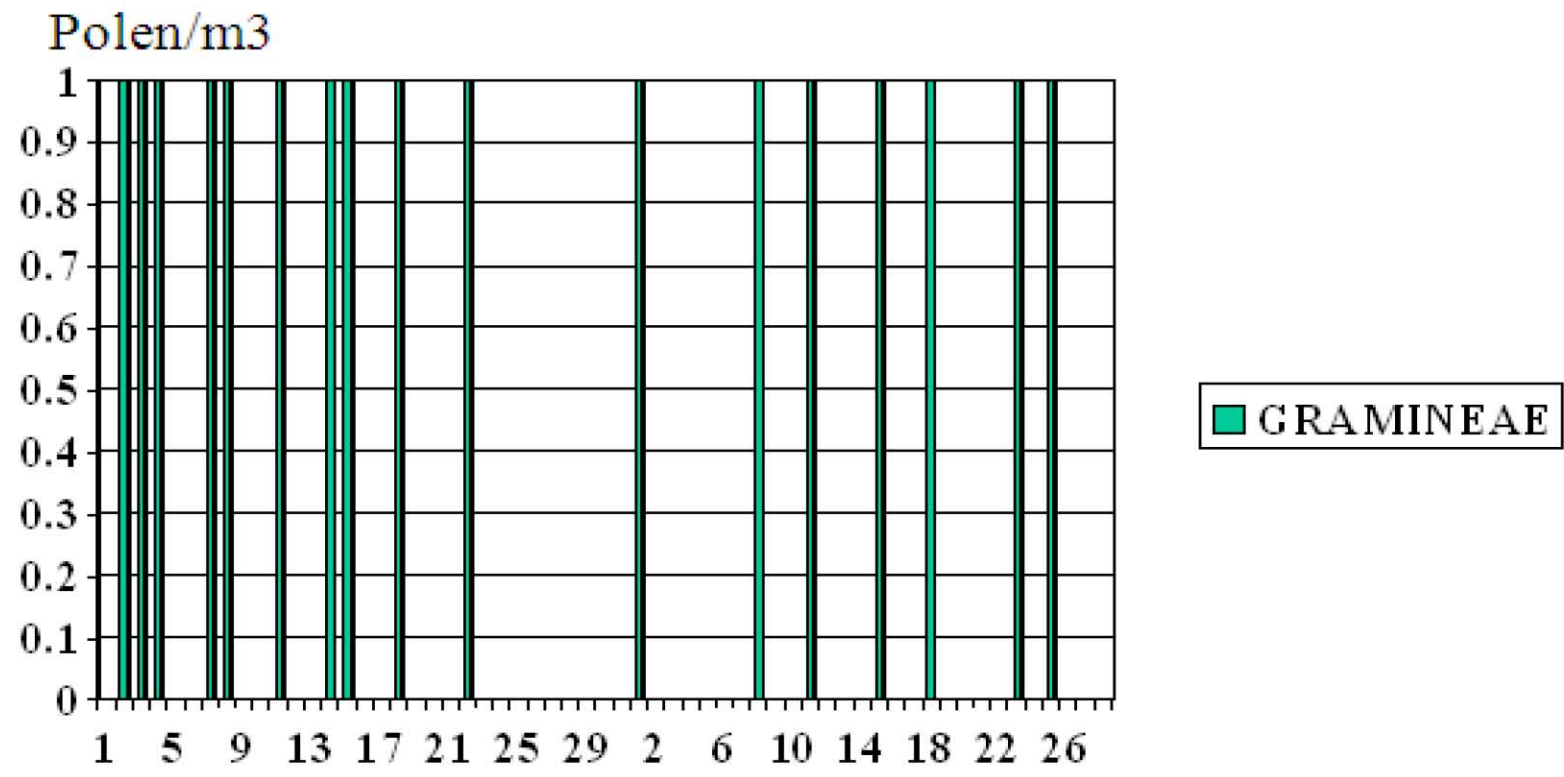
Polen de CRUCIFERAS (Cruciferas) Malezas Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico



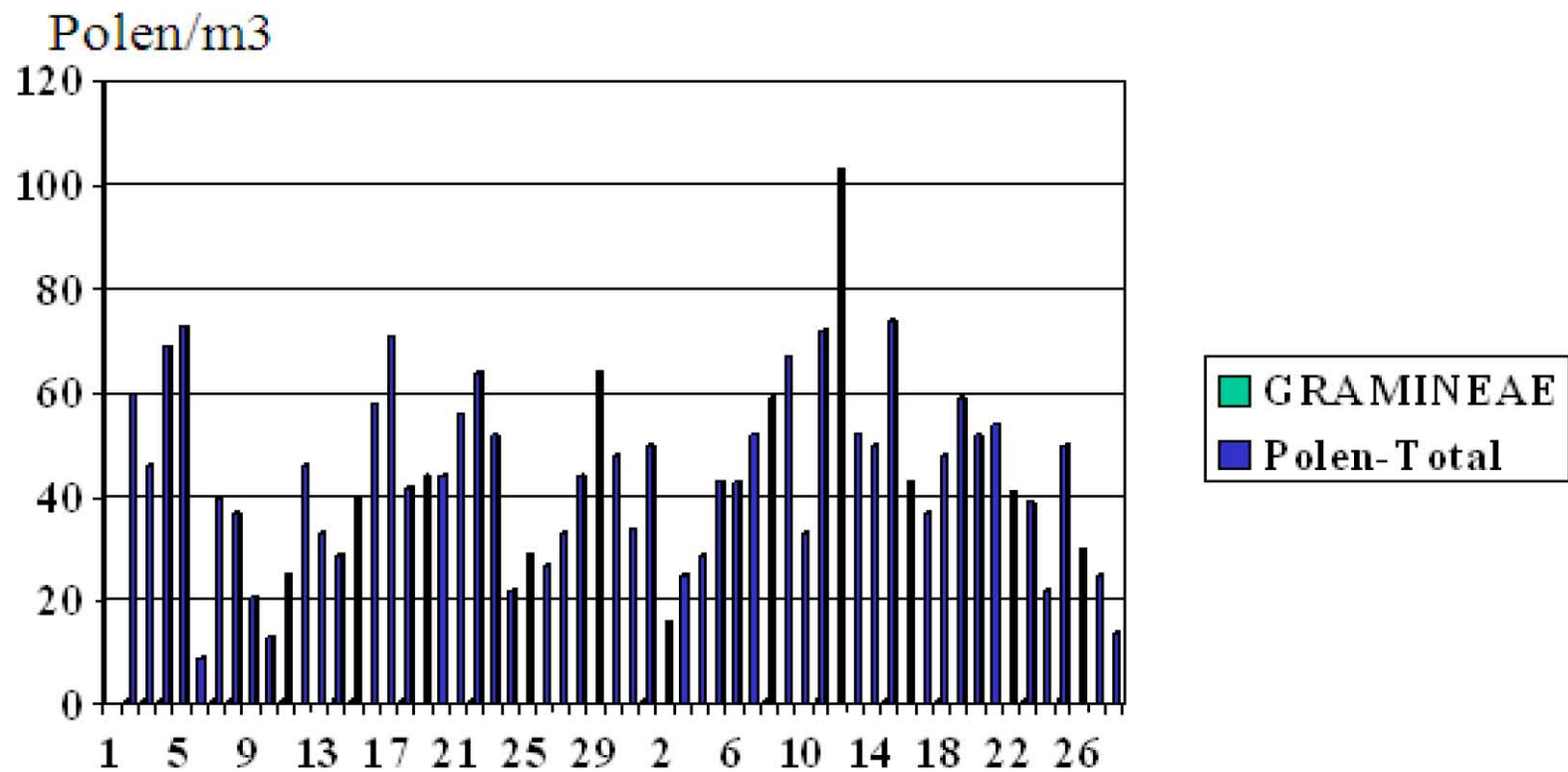
Polen de CRUCIFERAS (Cruciferas) Malezas Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico



Polen de GRAMINEAE (Gramineas) Pastos Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico



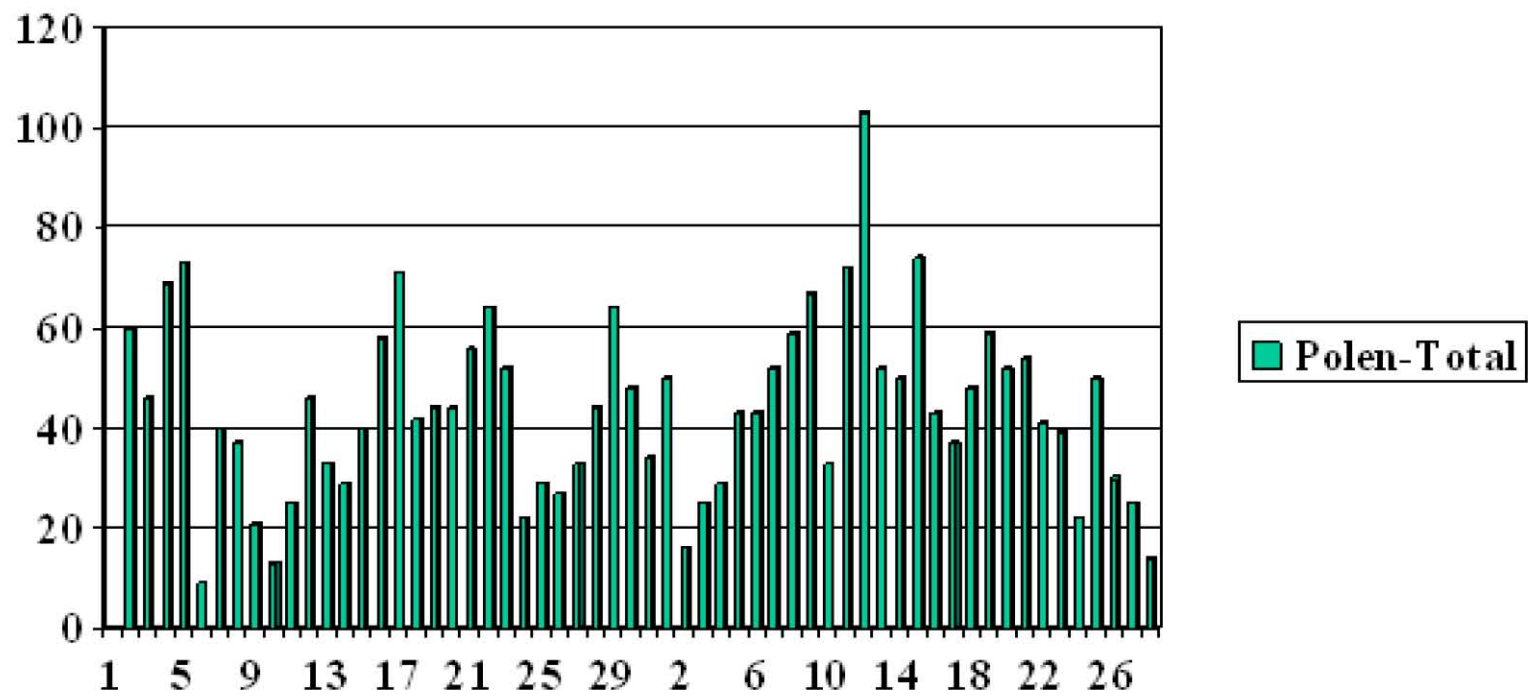
Polen de GRAMINEAE (Gramineas) Pastos Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico



Polen Total

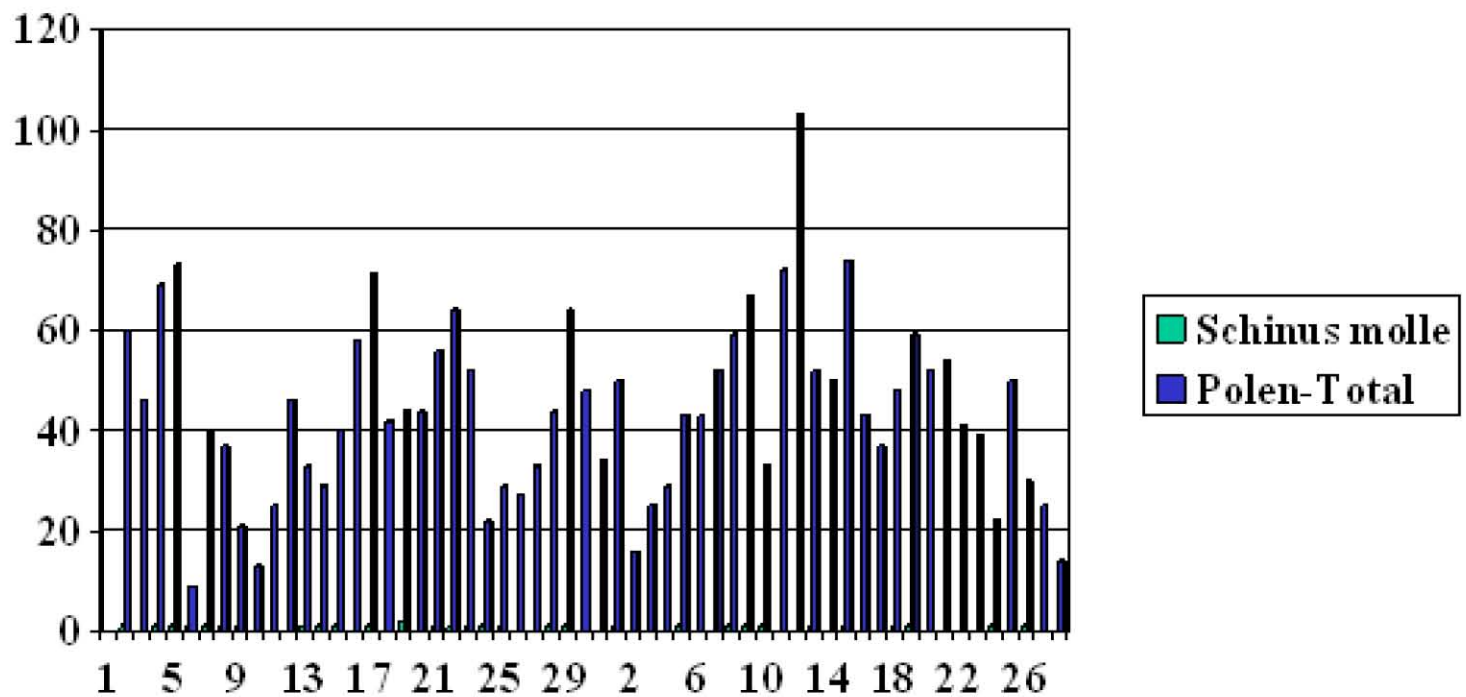
Ene-Mar 2002 INP- Cd. de Mexico

Polen/m³



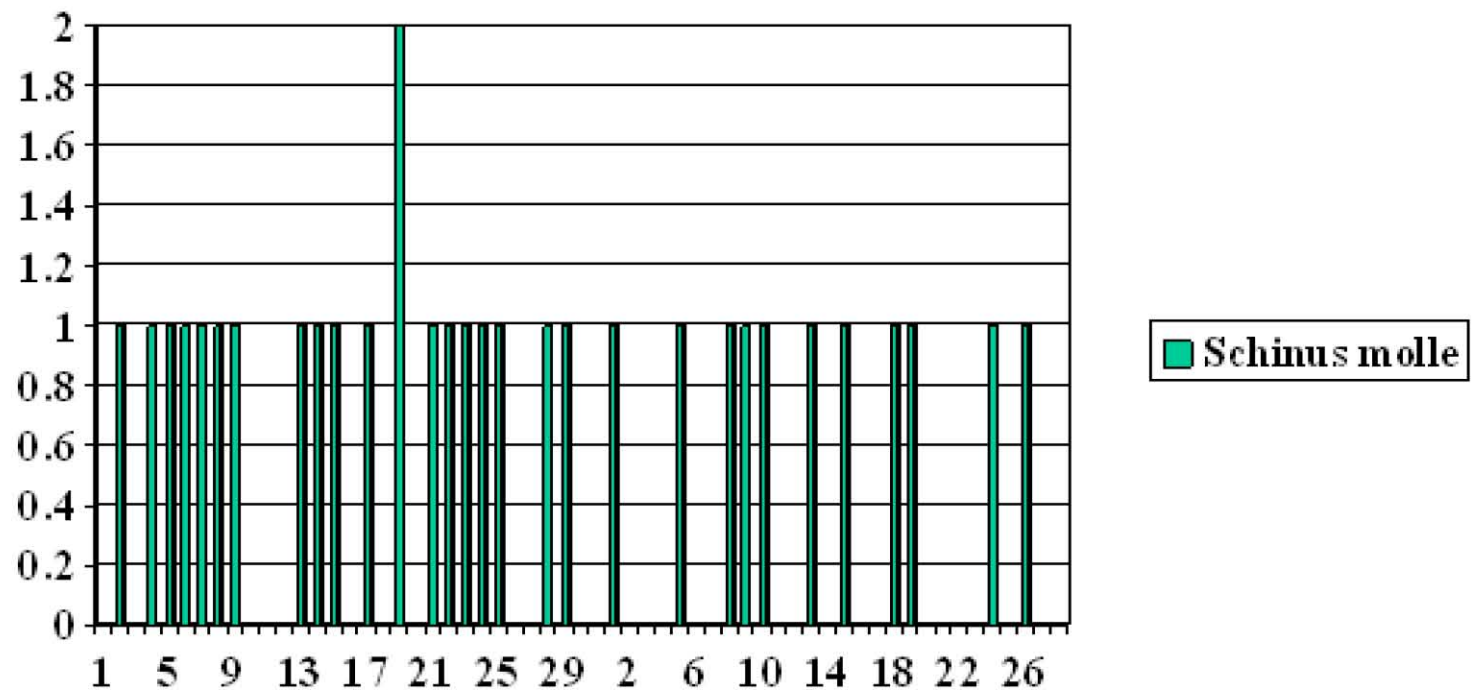
Polen de *Schinus molle* (Pirul) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



Polen de *Schinus molle* (Pirul) Arbol Ene-Mar 2002 INP, Ciudad de Mexico

Polen/m³



BIBLIOGRAFIA

1. Andersen HR, Ponce de León A, Bland JM, Bower JS. Air pollution, pollens, and daily admissions for asthma in London 1987-1992. *Thorax* 1998 Oct;53(10):842-848.
2. Antépara I, Fernández Martínez JC, Jáuregui I, Egusquiaguirre C. Estudio de la polinización en el área de Bilbao en 1995. *Rev Esp Alergol Inmunol Clin*. 1998 Abr;13(2):71-76.
3. Armstrn C, Harrison W. A study of ragweed pollen extracts for use in treatment of ragweed pollen hypersensitiveness. *Publ. Health Rep*. 1924;39: 2422 – 2228.
4. Backley Charles. Experimental Researches on the causes of Nature of Catarrhus aestivas. (Hay fever or Hat Asthma) 1873;1-202. Reprinted by Dawson's London, 1959.
5. Bousquet J. World Allergy Organization. Guidelines for prevention of allergy and allergic asthma. *Allergy Clinical Immunology Int J* 2004;16(5):176-18
6. Brito Feo, Martínez J, Guerra F, Galindo P, García R, Matínez A. Crocus sativus (saffron) pollen. A new case of occupational asthma. *Allergy*. 1995;(50) suppl:174.
7. Brito Feo, Galindo Bonilla, García Rodríguez, Gómez Torrijos, Fernández Martínez. Pólenes alergénicos en Ciudad Real : Aerobiología e incidencia Clínica. *Rev. Española. Alergología Inmunología. Clinica*. 1998 Abr;13(2):79-85.
8. Burge, H.A. An update on pollen and fungal spore aerobiology. *Journal Allergy Clinical Immunology*. 2002;110(4):544-552.
9. Busse William. The role of allergy in disease. *Immunological Review*. 2011; 242:5-9.
10. Cueva J. Flora Alergénica de la República Mexicana. *Revista Médica del Hospital General de México*. 1959;13:412-418.
11. Chapman Jean A. Aeroallergens of Southeastern Missouri, USA. *Grana* 1996;25:235-246.
12. Edmonds Robert. *Aerobiology (The ecological system approach)*. Editorial Dowden 1995. Hutchinson and Ross, Inc. Stroudsburg, Pennsylvania. 1995.
13. Florido J, González P, Saenz de San Pedro J, Arias de Saavedra J, Peralta V, Subiza J. Correlations between high atmospheric olea pollens concentrations and allergic symptoms. *Allergy* 1995 (suppl);50:73.
14. Frenz DA. A calibration program for Rotorod samplers. *Am Allergy Asthma Immunol*. 1996 Mar;76(3):245-246.
15. Frenz DA, Lince NL. A comparison of pollen recovery by three models of the Rotorod sampler. *Am. Allergy Asthma Immunol*. 1997 Sept; 79(3):256-258.

16. Frenz DA. The effect of windspeed on pollen and spore counts collected with the Rotorod sampler and Bukard spore trap. *Am Allergy Asthma Immunol.* 2000 Nov; 85(5):392-394.
17. Guerra F; Román F. Perfil clínico y etiológico de la polinosis en la provincia de Córdoba. *Revista Española Alergia Inmunología Clínica.* 1986;1:68-73.
18. Harris R, German D. The incidence of pine pollen reactivity in an allergic atopic population. *Ann Allergy* 1985;55:678-679.
19. Horner WE. Aerobiology. *Clinical Allergy Immunol.* 2004;18:125-149.
20. Kessler R, Almeida D, Berglund P. Pollen and mold exposure impairs the work performance of employee with allergic rhinitis. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2001 Oct;87:289-295.
21. Kessler S, Grossniklaus. She's the boss: signaling in pollen tube reception. *Current Opinion in Plant Biology* 2011; 14:622-627.
22. King T. Isolation and characterization of allergens from ragweed pollen. *Biochemistry* 1964;3:458-468.
23. Mercuri AM, Accorsi CA. Aerobiología 2.0: a software program for processing aeropollen data. *Journal Environment Pathol Toxicol Oncol.* 1997;16(2-3):191-194.
24. Merget R, Sander I, Kamper V, Beckmann U, Heinze E, Raulf-Hertnsoth M. Allergic asthma after flour inhalation in subjects without occupational exposure to flours: an experimental pilot study. *Int Arch Occup Environ Health.* 2011 Jan; 84:753-760.
25. Montouroy C, Martin MH, Boilleau Y, Colbert R. Foehnlike wind, pollination and allergic symptoms in French Basque country. *Aerobiología.* 1992;8:277-284.
26. Moreno Aguilar C. Improving pollen immunotherapy: allergens and panallergens. *Allergol Immunopathol.* 2008 Jan-Feb;36(1):26-30.
27. Pelaez A. Hernández C. Pererira. Luengo O, Cadahia A. Mesa Redonda: Polinosis III. *Alergología Inmunología Clínica* 2003; 18 (Extraordinario Num 3): 61 – 85.
28. Platts-Mills Thomas, Woodfolk JA. Allergens and their role in the allergic immune response. *Immunological Reviews* 2011; 242:51-68.
29. Ramírez Oviedo A, Rodríguez Baltazar. Estudio Ilustrado de los pólenes del aire de México más comunes. *Polinosis.* Editorial Limusa. 1961.
30. Saenz de Ríos Concepción. Polen y Esporas. (Introducción a la palinología y vocabulario palinológico). H. Blume Ediciones. Madrid, España. 1998.
31. Salazar Mallen M. (1958). La alergia en la teoría y en la práctica. Editorial Méndez Oteo. México.

32. Sheldon JM, Lovell R, Mathews K. Standard technic for atmospheric pollen testing by gravity method. A manual of clinical allergy. Philadelphia: WB Saunders Co,1953:363-366.
33. Smith EC. Sampling and identifying allergenic pollens and molds. San Antonio,Texas.:Blewstone Press, 1984.
34. Smith EC. Sampling and identifying allergenic pollens and molds. Volume II. San Antonio Tx: Blewstone Press. 1986.
35. Solomón W. Sampling airborne allergens. *Ann Allergy* 1984;52:140-146.
36. Subiza J, Jerez M, Subiza E. Introducción a la aerobiología de las gramíneas. *Rev Esp Alergol Inmunol Clin.* 1992;4:151-161.
37. Subiza F, Brito F, Pola J, Moral A, Fernández J, Jerez M, Ferreiro M. Pólenes alergénicos y polinosis en 12 ciudades españolas.*Rev.Esp. Alergol Inmunol Clin*,Abril; 1998 13(3):45-58.
38. Subiza E, Subiza J, Jérez M. Palinología. *Tratado de Alergología e Inmunología Clínica.* Madrid; Luzán 5, S.A; 1993:399-411.
39. Tawde P. Cloning and characterization of profiling (pru du 4), a cross – reactive almond (*Prunus dulcis*) Allergen. *Journal Allergy Clin Immunol* 2006; 118 (4):915-922.
40. Tinghino R, Twardosz A, Barletta B.Molecular structural and immunologic relationships between different families of recombinant . Calcium binding pollen allergens. *Journal Allergy Clinical Immunol* 2002; 314-20.
41. Vaughan .Pollen morphology and plant taxonomy, angiosperms and introduction to palinology. Vol 1, Segunda Edición, New York, 1972.
42. V de Benito, Soto Torres.Pollinosis ann Pollen aerobiology in the atmosphere of Santander. *Alergología e Inmunología Clínica* 2001;16:84-90.
43. Walter H. Lewis.Airborne pollen of the neotropics. Potential roles pollinitation and pollinosis. Grana 1986; 25:75-83.
44. Weber R. Pollen identification. *Annals of Allergy,Asthma & Immunology.* 1998 Feb;80:141-147.
45. Wuthrich B. In Switzerland pollinosis has really increased in the last decade. *ACI News* 1991;3/2:41-44.