

REPORTE DE ANOMALIAS

CUCBA

A LA TESIS:

LCUCBA03327

AUTOR:

SANCHEZ SANDOVAL RUBEN & Otros

TIPO DE ANOMALIA:

Errores de Origen:

Falta de foliar toda la tesis



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA

**EFFECTOS NOCIVOS DE LA CONTAMINACION
EN EL ARBOLADO DE LA CIUDAD
DE GUADALAJARA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA:

RUBEN SANCHEZ SANDOVAL

Y

FRANCISCO JAVIER MEZA CUADROS

GUADALAJARA, JALISCO, 1986



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Octubre 20, 1986.

C. PROFESORES

ING. SERVANDO CARVAJAL HERNANDEZ. DIRECTOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA. ASESOR.

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ. ASESOR.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tests:

"EFECTOS NOCIVOS DE LA CONTAMINACION EN EL ARBOLADO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA."

RUBEN SANCHEZ SANDOVAL Y
presentado por el PASANTE FRANCISCO JAVIER MEZA CUADRAS
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Agricultura

Expediente
Número

Octubre 20, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
SANDOVAL, _____ titulada,
FRANCISCO JAVIER MEZA CUADROS Y RUBEN SANCHEZ
"EFECTOS NOCIVOS DE LA CONTAMINACION EN EL ARBOLADO DE LA CIUDAD DE
GUADALAJARA."


Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

DIRECTOR.



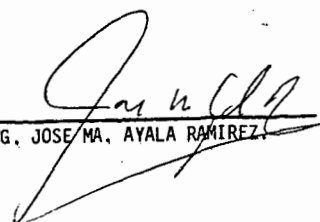
ING. SERVANDO CARVAJAL HERNANDEZ.

ASESOR.



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA.

ASESOR.



ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ.

hlg.

D E D I C A T O R I A :



ESUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

A LA MEMORIA DE MI MADRE:

Sra. Ma. Josefina Sandoval Vazquez
mi eterno agradecimiento por la mejor
herencia que me dejo en la vida: Amor,
comprensión y fortaleza.

AGRADECIMIENTO.

A MI PADRE:

Por su apoyo en la vida.

A MIS HERMANOS:

Vicente, Cuquita, Ma de Jesus, Daniel,
Javier, Juan y Josefina.

Porque siempre permanescamos unidos.

RECONOCIMIENTO.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

Universidad de Guadalajara

por haberme formado como profesionista.

A MIS MAESTROS:

Ing. Raul Toral Flores

Ing. Servando Carvajal Hernández

Ing. José Ma. Ayala Ramirez

Ing. Salvador Mena Munguía

Ing. M.C. Nicolas Solano Vazquez

Por su orientación y enseñanzas -
brindadas.

A los C. Lic. José Guillermo Vallarta Plata

Antonio Carrillo Anaya

Sergio Mendoza Jaramillo

por su apoyo y confianza.

Al C. Richard Hansson

amigo de toda la vida.

A LA MEMORIA DE MI ABUELA:

Sra. Maria Valdez Esquivel.

A MI MADRE

Sra. Ma. Guadalupe Cuadros Valdez

A MI HERMANA Y CUÑADO

Sra. Ma. de los Angeles Meza Cuadros

Sr. Francisco Javier Castañeda Villa.

Con eterno agradecimiento, por -
la mejor herencia que me han legado
do: Mi profesión.

A MI ESPOSA.

Por haber tenido apoyo y comprensión.

A MI HIJO Y DEMAS FAMILIARES.

Con el cariño, el respeto y la -
amistad que siempre nos han unido.

AGRADECIMIENTO.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

por haberme formado como profesionista

A MIS MAESTROS.

Ing. Servando Carvajal Hernández

Ing. José María Ayala Ramírez

Ing. Salvador Mena Munguía

Ing. Raul Toral Flores.

Por su orientación y enseñanzas
brindadas

POR SU AMISTAD Y CONFIANZA

Ing. Guillermo Carrillo

C.P. Máximo de la Torre Campos

Ing. Felipe Brambila Treviño.

I N D I C E

I. CUADROS

II. FIGURAS

III. RESUMEN

IV. GRAFICAS

1.- INTRODUCCION

OBJETIVOS

HIPOTESIS

MATERIALES Y METODOS

2.- GENERALIDADES

2.1. Crecimiento de Guadalajara

2.2. Los Espacios Verdes

3.- REVISION DE LITERATURA

3.1. Un Modelo Ecológico del Proceso de Migración

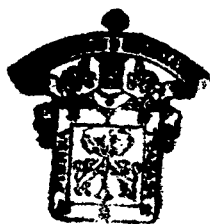
4.- CONTAMINACION ATMOSFERICA

4.1. Principales Causas de la Contaminación en Guadalajara

4.2. El Problema de la Vialidad en Guadalajara

4.3. El Monóxido de Carbono

4.4. Bióxido de Azufre



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

4.5. El Bióxido de Azufre en Guadalajara

4.6. Oxidantes Fotoquímicos

4.7. El Ruido

4.8. Indices de Contaminación en el Aire

5.- EFECTOS NOCIVOS QUE OCACIONA LA CONTAMINACION EN EL ARBOLADO

5.1. Daños al Arbolado en la Zona Urbana

5.2. Daños por Gases Oxidantes en Pinos

5.3. Daños Causados a la Vegetación

5.4. Efectos Evolutivos de los Agentes Contaminadores

5.5. El Factor Luz

5.5.1. Efectos de las Partículas Suspendidas sobre las Plantas

5.6. Destrucción de un Bosque por Efectos de la Contaminación

5.7. Inversión Térmica

5.8. Daño a Construcciones por Contaminación

6.- ARBOLES RESISTENTES A LA CONTAMINACION

7.- IMPORTANCIA DE LA DASONOMIA URBANA

7.1. Beneficios de la Dasonomía Urbana

8.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

9.- BIBLIOGRAFIA



RESUMEN

Con el objeto de tener un mejor conocimiento de los efectos nocivos que ocasiona la contaminación en el arbolado de la ciudad de Guadalajara, se establecieron los siguientes objetivos :

Conocer las principales causas de contaminación atmosférica en la Ciudad de Guadalajara, así como enunciar los efectos nocivos que ocasiona la contaminación en el arbolado de una zona urbana.

Para lograr los objetivos planteados se consultó bibliografía relacionada con el tema en cuestión. Al analizar la información recabada se encontró que fué a principios de los años setenta cuando se empiezan a detectar en dicha ciudad los primeros síntomas de la contaminación. A partir de 1976 se hace más evidente a raíz de que los camiones urbanos substituyen las máquinas de sus vehículos que consumían gas por otras que utilizaban diesel. Debido a lo anterior el transporte urbano es el responsable de más de un 75% del problema de la contaminación del aire.

El automóvil produce gases de desecho y muchos procesos de manufactura (además de la combustión de la basura), producen gases y humos. Cuando estos productos se mezclan con la atmósfera pueden convertirse en componentes semipermeables. En la mencionada ciudad el número de automóviles se incrementa rápidamente. En ese año (1976), circulaban en Guadalajara 156,300 vehículos automotores, en el año de 1984, esa cifra supera fácilmente los 400,000 en menos de 10 años triplica el número de vehículos en circulación.

Por lo que se refiere a Guadalajara y de acuerdo a los contaminantes descritos en el presente trabajo, los resultados que proporcionaron la SEDUE y el Instituto de Astronomía y Metereología de la Universidad de Guadalajara, comparados con el Índice Mexicano de la Calidad del Aire, del Índice de Contaminación del Aire de la ciudad de Nueva York y la Agencia de Protección del Medio Ambiente U.S.A., fueron los siguientes :

PRINCIPALES CONTAMINANTES DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA

- 1.- Monóxido de Carbono
- 2.- Bióxido de Azufre
- 3.- Oxidantes Fotoquímicos
- 4.- R u i d o

El monóxido de carbono representa un peligro en las zonas de la Central Camionera y la Calzada Independencia y Avenida Javier Mina ya que registraron 43 y 40 ppm respectivamente, siendo que de acuerdo al Índice Mexicano de la Calidad del Aire (IMEXA) índice 41 ppm se clasifica como MUY MALO. El bióxido de azufre registra 0.1 también en la Central Camionera y de acuerdo al Índice de Contaminación del Aire de la ciudad de Nueva York los índices .07 - .10 están catalogados como INSATISFACTORIO. Los oxidantes fotoquímicos registran el el óxido - nítrico .07 y en dióxido de nitrógeno .05 ppm y de acuerdo a la Agencia de Protección del Medio Ambiente U. S. A. y del Índice de Contaminación del Aire de Nueva York se encuentra en peligro de llegar a .08lo cual lo catalogan como INSALUBRE. En cuanto al ruido, de la zonas muestreadas la de San Juan de Dios es la más ruidosa (82 a 86 decibeles).

El rápido proceso de industrialización realizado a partir del - siglo pasado, la expansión de los vehículos a motor y por tanto del - consumo de combustible y finalmente la extensión de las concentraciones humanas, por doquier de la superficie de la tierra, son las causas que han ocasionado unas proporciones cada vez más preocupantes - de los daños ocasionados al poblamiento vegetal por parte de la contaminación atmosférica. Al poco de iniciarse el fenómeno, los daños implacables a los árboles sólo alcanzaban a las inmediaciones de la - fuente contaminante, actualmente se han extendido a áreas cada vez - más amplias y constituyen la amenaza más grave para la humanidad al - poco que ésta reflexione acerca de su frenética vida diaria.

No se tiene una clara idea de hacia donde va la ciudad de Guadalajara, evolutivamente hablando. Se supone que en pocos años más pasará a ser semejante a la ciudad de México.

Pero una cosa es lo que los habitantes (futurólogos y planificadores) desean y otro es lo que realmente ocurre. Y en todo esto está siempre un peligro inherente a toda idealización o deseo; que con el correr del tiempo puede cambiar, no solo en el mismo individuo sino -- con más razón aún -- de padres a hijos y, por supuesto, de planificador a planificador. Todo cambia.

La concentración de contaminantes aéreos producidos en el área urbana es suficiente para contrarrestar cualquier beneficio agronómico y hortícola que se obtenga.

En las zonas céntricas o densamente pobladas de las urbes, los árboles de las aceras se encuentran sometidos a un continuo "stress" que puede disminuir significativamente su crecimiento e, incluso, ocasionar su muerte..

Los efectos de los agentes contaminantes sobre los árboles no siempre son tan extremos: las plantas pueden sufrir daños únicamente parciales.

Otras veces el daño es invisible y lo único que ocurre es una reducción en el crecimiento o cantidad cosechada.

Aún cuando ya se ha rebazado en algunos contaminantes los límites considerados seguros, el arbolado de nuestra ciudad no refleja daños considerables en su estructura, sin embargo, de no tomarse medidas preventivas lo más pronto posible, las lesiones irán paulatinamente acabando con nuestras especies arbóreas.

El conocimiento del grado de resistencia de las distintas especies vegetales frente a la contaminación según las condiciones particulares y condiciones estacionales, a la edad, al vigor vegetativo, podrá ayudar a elegir a las plantas con capacidad de supervivencia.

Las coníferas, por ejemplo, a excepción del alerce, son menos - resistentes que las especies caducifolias, ya que al poseer hojas per- sistentes durante varios ciclos vegetativos, acumulan las sustancias en mayor tasa.

Dentro de las caducifolias, en general todas ellas son menos re- ceptivas a la contaminación.

Se reconoce que en condiciones climáticas adecuadas, especies co- mo *Albizia Julibrissin* resisten e incluso florecen en el centro de - las grandes ciudades.

El concepto fundamental de la dasonomía urbana es el de estable- cer un método de comunicación y así obtener información para la admi- nistración de las zonas forestales bajo dominio público en cada esta- do.

Lo ideal es establecer una atención adecuada para árboles indivi- duales como el primer paso de un programa de administración responsa- ble de la dasonomía urbana.

Dadas las condiciones adversas que prevalecen en las zonas urba- nas, los árboles en este medio requieren la ayuda del hombre para su sobrevivencia.

Los árboles que se encuentran en las calles y en parques públicos con frecuencia se les abusa y reciben poca atención en relación con a aquellos que se encuentran en jardines particulares.

Por otra parte, aquellos responsables del cuidado de los árboles en áreas públicas pocas veces cuentan con la capacitación, el equipo, la información o el presupuesto necesario para cumplir con sus obliga- ciones en forma adecuada.

En resumen, se trata de todo un aspecto de la Ecología Geo -
gráfica que sería posiblemente de gran valor para una política a -
largo plazo de mejoramiento urbano.

1.- INTRODUCCION

Diariamente respiramos cerca de 18 metros cúbicos de aire, pero éste contiene una gran cantidad de impurezas de origen natural unas y otras producidas por la actividad humana; siendo muchas de ellas no - civas a la salud, es decir, contaminantes.

Según el artículo 4º de la Ley Federal para Prevenir la Contaminación, se entiende :

- a).- "Por contaminante : Toda materia o sustancia o sus combinaciones o compuestos derivados químicos o biológicos, tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios y cualquiera otra que al incorporarse al aire, agua ó tierra, puedan alterar o modificar sus características naturales ó del ambiente, así como toda forma de energía, como calor, radio actividad, ruidos, que al operar sobre el aire, agua ó tierra, altere su estado natural".
- b).- "Por contaminación : La presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, ó cualesquier combinación de ellos que perjudiquen ó molesten la vida, la salud y el bienestar humano ó la flora y la fauna o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes ó de los recursos de la Nación en general o de los particulares".

Como se ve, de acuerdo a la mencionada Ley, en la atmósfera de Guadalajara, evidentemente, tenemos contaminantes y contaminación como son los polvos y gases procedentes de ciertas industrias y los procedentes de los escapes de los vehículos automotores que generan la mayor proporción de este problema, además de producir calor y ruido.

O B J E T I V O S

Se fundamenta principalmente en dos puntos :

- 1.- Conocer las principales causas de contaminación atmosférica en la ciudad de Guadalajara.
- 2.- Enunciar los efectos nocivos que ocasiona la contaminación en el arbolado de una zona urbana.

H I P O T E S I S

Se considera que debido a la extensión de las concentraciones humanas, la expansión de los vehículos a motor y por tanto del consumo de combustible, son las causas que ocasionan daños al arbolado de una zona urbana por parte de la contaminación atmosférica.

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

El material a usar para el desarrollo del trabajo será :

- a) Material bibliográfico
- b) Captación y compilación de datos que se obtengan por medio del Gobierno del Estado de Jalisco a través de las instituciones ligadas al estudio del presente trabajo.
- c) Análisis exhaustivo de la información.

2.- GENERALIDADES

2.1. Crecimiento de Guadalajara

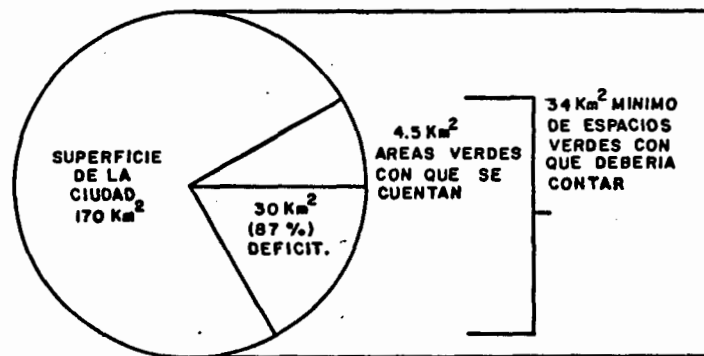
Los fundadores de Guadalajara en la primera mitad del siglo XVI vacilaban para el asiento definitivo de la primera población, sin embargo, el 8 de noviembre de 1539, Carlos V firma las "Reales Cédulas" en la Villa de Madrid otorgando el título de "Muy Noble y Leal Ciudad de Guadalajara" concediéndole además su escudo de armas. Pero es el 14 de Febrero de 1542, la fecha en que se efectúa su fundación definitiva, con la importante misión de servir de centro de releve para la colonización y desarrollo del noroeste de la entonces Nueva España.

A lo largo de los tres siglos de la colonia, Guadalajara crece lentamente cumpliendo con su cometido de ser el principal centro político, administrativo, religioso, comercial y de comunicaciones del occidente de lo que hoy es México. En los primeros años de vida independiente de nuestro País ya es la cuarta ciudad (la supera: México, D. F., Puebla, Zacatecas y Guanajuato).

En las postrimerías del siglo XIX y principios del que corre, - se instalan las primeras fábricas y empiezan a surgir las llamadas -- "Colonias", zonas urbanas fuera de lo que era la Guadalajara tradicional (aparecen las colonias: Francesa, Americana, Moderna y Reforma). En el año de 1900 ya ocupa el segundo sitio en importancia de las ciudades de México, sólo la supera la capital de la República; en ese entonces su población era de 120,000 personas.

Hubieron de pasar cuarenta años para que casi se duplicara ese número. En 1950 alcanza los 400,000 habitantes. Ya en el año de 1960 empieza a invadir las cercanas de Tlaquepaque y Zapopan, en el número de habitantes supera el millón: la cifra es 1'200,000

En la década de los ochenta, el fenómeno de la explosión geográfica se vuelve alarmante: sigue siendo la segunda ciudad de México,



GRAFICA 1: ZONAS VERDES EN GUADALAJARA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
INSTITUTO DE ASTRONOMIA Y METEREOLOGIA

ahora forma una zona conurbada que se expande rápidamente, tanto - por el crecimiento natural como por las actuales condiciones socioeconómicas que han aumentado el flujo migratorio.

2.2. Los Espacios Verdes

Briseño (1984), menciona que cuando se desarrolla un asentamiento humano sobre alguna región, se introduce una serie de modificaciones de tipo ecológico, entre otras; migración de la fauna, desaparición de gran parte de la flora original, mayor reflexión del calor por aumento de superficies construidas y pavimentadas, que, al mismo tiempo, se van convirtiendo en una capa "impermeabilizante" que impide al agua de lluvia llegar hasta los mantos freáticos, por lo que las reservas de agua en la zona se disminuyen, en fin, se presenta una alteración del equilibrio; a la par que el aglomeramiento de personas genera una gran cantidad de problemas de tipo social. Por tal motivo, los urbanistas opinan que un mínimo de un 20% de área urbanizada de una ciudad, deberá estar constituida por áreas verdes para hacer un poco menor ese desequilibrio. Otros recomiendan que desde el punto de vista social, deberá haber por lo menos 10 metros cuadrados de espacios verdes por cada habitante para su esparcimiento. Al respecto, la superficie actual de Guadalajara es de cerca de 170 Km cuadrados en los que viven más de tres millones de personas. Este hace que aquí se tenga una densidad mayor a la de México, D. F., pues allá en 1,500 Km cuadrados viven 12 millones de personas. De acuerdo a los urbanistas, Guadalajara debería contar por lo menos con 34 Km cuadrados de espacios verdes, pero dentro del perímetro urbano, contando parques, jardines, plazas, plazuelas y hasta camellones, el total de los espacios verdes apenas alcanza los 4.5 Km cuadrados, es decir, menos de una quinta parte de lo mínimo con que deberíamos contar, lo que hace en el ámbito climático, que se desperdicien anualmente cerca de 150 millones de metros cúbicos de agua de lluvia que deberían alimentar los mantos freáticos del Valle de Atemajac; cantidad de agua suficiente para satisfacer ampliamente las necesidades de éste líquido que requeriría una población de millón y medio de personas. (Gráfica No. 1)

3.- REVISION DE LITERATURA

3.1.- Un Modelo Ecológico del Proceso de Migración

La Ecología humana es una rama de la Antropología que trata de la adaptación de las sociedades humanas a su ambiente natural.

Una población debe adaptarse al mundo físico que la rodea, no solamente en términos de armonizar sus necesidades biológicas con las exigencias propias de los nichos ecológicos en que le toca existir.

Los grupos sociales, portadores de cultura, deben desarrollar mecanismos de adaptación incorporados a sus relaciones sociales, para asegurar el orden, la regularidad y la predictibilidad en sus patrones de competencia y cooperación, y así asegurar su supervivencia como grupo.

De aquí que la economía, la cultura y la estructura social forman parte del sistema ecológico de una población humana.

El enfoque ecológico se caracteriza por tratar las sociedades humanas como uno de los elementos dentro de un sistema complejo de factores geográficos, climáticos y de fauna y flora propios de una región dada.

Este sistema se conoce con el nombre de sistema ecológico ó ecosistema.

"Los antropólogos han descubierto que ciertos factores tales como la geografía, la distribución de recursos naturales, el clima, los tipos de cultivo ó de ganado y la relación con poblaciones vecinas, pueden influenciar considerablemente la evolución social.

Estos factores son los principales elementos del ecosistema, y las sociedades deben adaptarse a ellos". (Lemnitz, 1981).

4.- CONTAMINACION ATMOSFERICA

Briseño op cit, además menciona que las actividades de una sociedad industrial producen gases de desecho. Hay muchos procesos industriales que generan subproductos gaseosos o pequeñas partículas que no son útiles.

El automóvil produce gases de desecho y muchos procesos de manufactura (además de la combustión de la basura), producen gases y humos. Cuando estos productos se mezclan con la atmósfera pueden convertirse en componentes semipermeables.

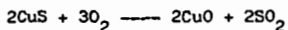
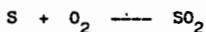
Los problemas de la contaminación del aire se originan debido a que éstos contaminantes se acumulan en determinadas zonas geográficas.

Existen cinco clases de contaminantes primarios que son :

Monóxido de Carbono, Oxidos de Azufre, Oxidos de Nitrógeno, Hidrocarburos y Macropartículas. Es conveniente señalar que cada uno de ellos también es producido en grandes cantidades, debido a fuentes Naturales Biológicas y Geológicas.

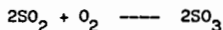
Se afirma que el "smog" contiene más de 50 compuestos diferentes. Los aspectos químicos implicados en la formación de muchos de ellos son muy complejos y no se conocen por completo.

Turk et al (1981), menciona que desde el punto de vista de sus efectos nocivos sobre el hombre y de lo difícil que resulta impedir su descarga en la atmósfera, el SO_2 es probablemente el contaminante del aire individualmente más importante. Se han relacionado altas concentraciones de SO_2 con los principales desastres debido a la contaminación, por el estilo de los que han tenido lugar en grandes ciudades, tales como Londres, y que han ocasionado muchas muertes. Se produce SO_2 cuando se quema Azufre o un combustible que lo contiene, o cuando minerales de Azufre, tales como el Sulfuro de Cobre se "tuestan" al aire.



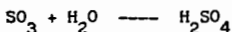
Puesto que el Azufre está presente en el Carbón y el Petróleo, la combustión de estos materiales para fines de calefacción y de energía produce SO_2 .

El otro importante Oxido de Azufre, SO_3 es producido en la atmósfera por la oxidación de SO_2 bajo la influencia de la luz solar.



Además, algo de SO_3 se introduce directamente a partir de los procesos de combustión juntamente con SO_2 .

La humedad del aire reacciona rápidamente con SO_3 para formar una nube de ácido sulfúrico.



Cuando estas conversiones tienen lugar, el material inicialmente introducido en la atmósfera se designa como un contaminante primario del aire.

Los nuevos materiales producidos por reacción química en el aire se designan como contaminante secundario del aire.

4.1. Principales Causas de la Contaminación en Guadalajara

Según Briseño op cit, a principios de los años setenta se empezaban a detectar en esta ciudad los primeros síntomas de la contaminación! la visibilidad en días de calma ó periodos de inversión térmica, se reduce más de lo normal, pero es a partir de 1976 cuando se vuelve más evidente a raíz de la considerable alza del gas natural - que obligó a los camiones locales a substituir las máquinas de sus vehículos que consumían gas por otras que utilizaban diesel; las cuales en sus escapes arrojaban una gran cantidad de humo y otros gases debido a defectos en la afinación del motor y a las impurezas de combustible, el cual frecuentemente llega a contener más de 1.5 % de compuestos de Azufre.

Por otra parte, el número de automóviles se incrementa rápidamente.

En ese año (1976) circulaban en Guadalajara 156,300 vehículos automotores, en el año de 1984, esa cifra supera fácilmente los 400,000; en menos de 10 años se triplica el número de vehículos en circulación.

Pese a que la segunda ciudad de México, cuenta con un gran número de industrias pesadas; salvo en algunos casos, se puede decir que no aportan una elevada cantidad de contaminantes ya que la mayoría - son industrias medianas y es el transporte automotor el responsable de más de un 75 % del problema de la contaminación en el aire.

4.2. El Problema de la Vialidad en Guadalajara

Briseño, op cit, menciona que desde que se fundó Guadalajara de manera definitiva en el Valle de Atemajac, creción por "Decreto Real" con traza de cuadrícula. Es hasta el año de 1961 cuando se trató de regular su crecimiento, estableciendo una cuadrícula mayor "más definida y más importante" pero en algunas colonias se había tratado de imitar en el trazo de sus calles el de otras ciudades, lo que ya planteaba un problema de anarquía ya que la traza ortogonal reticula da se había perdido.

Por otra parte, algunas calles eran anchas y otras más angostas pero ello no era gran problema para el tráfico, pues era más bien reducido hasta finales de los setenta, es decir, son ciertas inconveniencias se ajustaba a las necesidades de esa época.

En 1947 se estableció el sistema de preferencia de circulación a los vehículos que transitaban de Oriente a Poniente y viceversa, -- ello ocasionó que el tránsito en las direcciones Norte - Sur se tornara intermitente y difícil, ocasionando su desviación a la Calzada Independencia, Avenida Alcalde-16 de Septiembre, Tolsá-Munguía, que contaban con preferencia; ello motivó la aparición de cruceros peligrosos en los que fueron asignados agentes de tránsito para dirigir la circulación de vehículos; estos luego fueron substituídos por semáforos. La ciudad seguía creciendo, se presentaron callos con mayor densidad de tráfico, lo cual provocaba que éste gradualmente se tornara más difícil; por lo que se ampliaron algunas calles y trazaron otras para lograr un mejor desfogue, sin embargo, no era seguido un plan perfectamente predeterminado.

A principios de la década de los setenta la Junta General de Planeación y Urbanización del Estado de Jalisco propone una solución al problema vial que rápidamente se agravaba; algunas ideas fueron llevadas a la práctica y otras no.

Como el Centro tradicional de la ciudad era el punto de partida y meta para la mayoría de las personas, fue establecida una gran zona peatonal y se desplazaron las rutas de autobuses que antes pasaban en su mayoría por el centro del primer cuadro hacia calles adyacentes, pero lo estrecho de las mismas ocasionó un gran entorpecimiento del tráfico en calles como Garibaldi, Madero, P. Sánchez y por supuesto, Alcalde - 16 de Septiembre.

Ahora han aparecido nuevas zonas comerciales; Chapultepec, Plaza del Sol, Plaza Patria, etcétera, pero las vías de acceso a estas se van saturando rápidamente, aumentan los cruces conflictivos que se van transformando en nuevos focos de contaminación.

4.3. Monóxido de Carbono

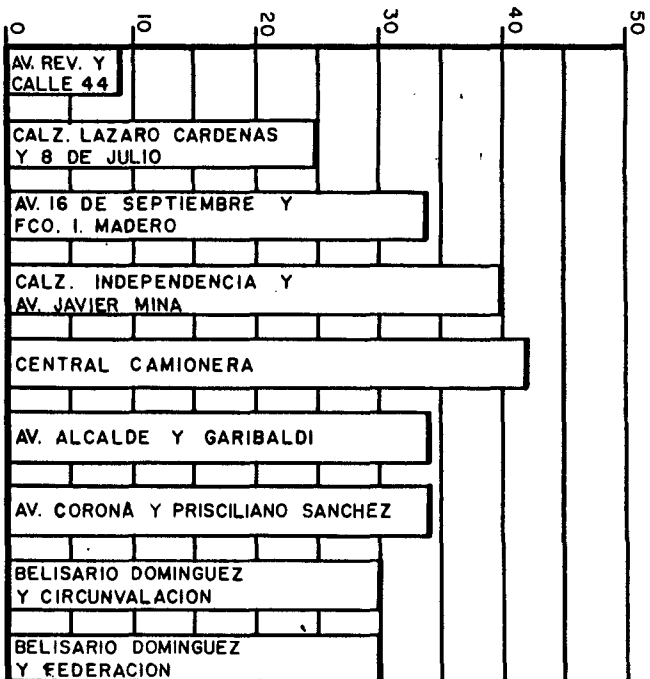
El Monóxido de Carbono, CO, es un producto de la combustión incompleta del carbono o de compuestos del carbono. El CO es conocido como un gas incoloro, inodoro y que no produce irritación, pero que es con todo muy tóxico. (Turk op cit).

Por lo que se refiere a Guadalajara, actualmente se consumen más de un millon y medio de metros cúbicos de combustible por año, por lo que se estima que anualmente pase a la atmósfera del Valle de Atemajac más de un millón de kilogramos de monóxido que puede ocasionar concentraciones relativamente altas en las zonas de producción de este gas - antes de que se difunda o sea transportado por el viento a otras regiones de nuestra atmósfera. Se puede decir que el Valle de Atemajac se encuentra "abierto" y los gases contaminantes producidos en su zona - urbana se difunden, más o menos rapidamente, sobre todo el Monóxido de Carbono que es más ligero que el aire; siendo también transportado por el viento, aunque en Guadalajara no se presentan con frecuencia brisas de gran intensidad.

Sin embargo, en ocasiones, cada vez más frecuentes, la velocidad de producción provoca concentraciones elevadas de este gas antes de difundirse o ser transportado a otra zona. Este acontece en lugares de la ciudad en donde el tráfico se vuelve lento e intenso como es el primer cuadro, las zonas adyacentes a la Central Camionera y la Calzada Independencia.

En la gráfica No. 2 se muestran las concentraciones promedio observadas durante los últimos meses en lugares específicos de la ciudad de Guadalajara. (Briseño, op cit)

-PARTES POR MILLON-



GRAFICA 2.- MONOXIDO DE CARBONO EN GUADALAJARA,
CONCENTRACIONES OBSERVADAS
ENTRE LAS 14Hrs. Y 18o20Hrs.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
INSTITUTO DE ASTRONOMIA Y METEOROLOGIA

4.4. Bióxido de Azufre (SO_2)

Las concentraciones de SO_2 en el aire varían dentro de un margen amplio, según los lugares, durante las diversas estaciones del año y en días y horas distintas. Por ejemplo, los niveles medio en la atmósfera rural o en ciudades "limpias" serán acaso inferiores a 0.01 ppm, en tanto que en los distritos muy industrializados, un promedio típico de un día podrá ser de 0.1 ppm y, en un día muy malo, el nivel podrá inclusive subir hasta 0.5 ppm (Turk op cit).

La producción del bióxido de Azufre, al igual que el Monóxido de Carbono, puede ser mayor debido a la ineficiencia de la máquina mal - afinada. La presencia del Bióxido de Azufre puede también dar lugar a las "lluvias ácidas", pues mediante ciertos mecanismos químicos se llega a transformar en SO_3 (Anhídrido Sulfúrico) que con el vapor de agua atmosférico forma Acido Sulfúrico en minúsculas gotitas que son arrastradas por el agua de lluvia en la que se disuelve confiriéndole un -- carácter ácido que al caer a la superficie de un lago es capaz de oca - cionar severos daños ecológicos. (Briseño, op cit).

Asimismo durante la década de los años 20 y 30 de nuestro siglo el Níquel, que se refinaba en Sudbury, Ontario, seguía un proceso que empleaba Sulfuro de Hierro como combustible y trataba el Sulfuro de - Níquel en grandes montones al aire libre. El Bióxido de Azufre liberado destruyó el bosque y toda la vegetación restante hasta una dis - tancia de 40 km en la dirección del viento. Eliminada la cubierta -- vegetal protectora, el suelo desapareció rápidamente a causa de la - erosión. En la actualidad, aunque el Bióxido de Azufre se desprende en montones de 150 m de altura, la zona continúa apareciendo desola - da (Bradshaw et al 1985).

4.5. El Bióxido de Azufre en Guadalajara

Briseño op cit, menciona que el llamado combustible "Diesel" - está compuesto por una serie de hidrocarburos derivados del petróleo de peso molecular más elevado que las gasolinas.

Además lleva una proporción más alta que éstas (cerca de 1.5 % en peso) de compuestos de Azufre, lo que provoca; al ser quemado, una mayor emisión de Bióxido de Azufre y sus derivados que afectan la salud y ambiente.

En Guadalajara, a partir de 1976, los camiones substituyeron los motores de gas que propulsaban sus vehículos por las vías del tipo "Diesel", lo cual hizo acentuarse más esta contaminación. Sabemos que la mayoría de los tapatíos carece de automóvil propio, por lo que le es indispensable el uso de los autobuses para su transporte.

Empero, ayudaría a disminuir este problema de la contaminación - el hacer que los motores diesel funcionaran correctamente, lo que aumentaría su eficiencia, dotándolas eventualmente de dispositivos anti-contaminantes. Es conveniente señalar que, debido a los cada vez más frecuentes embotellamientos producidos por el drástico incremento de - vehículos automotores en circulación en solo 3 años (desde 1981 a la - fecha), se ha duplicado y a veces triplicado la concentración de Bióxido de Azufre en determinadas zonas de Guadalajara (Cuadro No. 1).

CUADRO NO. 1. MEDICION DEL BIOXIDO DE AZUFRE (SO_2) EN PARTES
POR MILLO (PPM) 1985. (S E D U E)

1. San Juan de Dios	.0065
2. Vallarta San Jorge	.0089
3. Central de Autobuses	.01
4. Zona Industrial	.013
5. La Calma	.0043
6. Alamo Industrial	.005
7. Miravalle	.012

4.6. Oxidantes Fotoquímicos

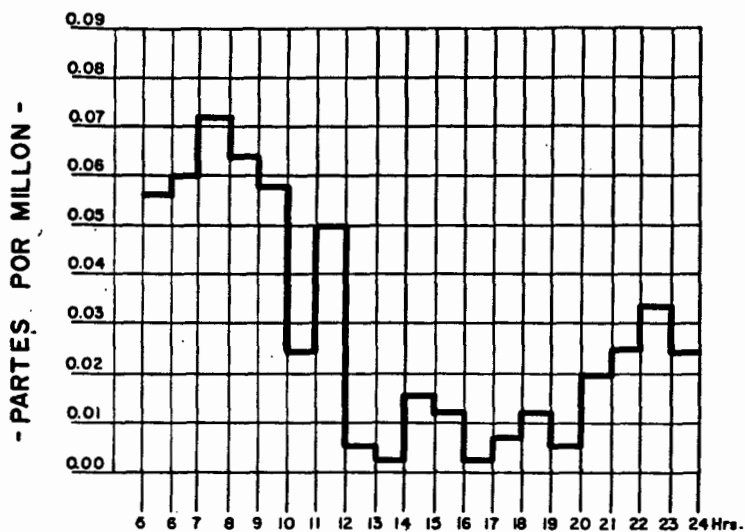
Con el desarrollo de una sociedad basada en la energía de combustibles fósiles se han lanzado a la atmósfera varios compuestos nuevos que son producto de la utilización de los combustibles fósiles. Se han arrojado Bióxido de Carbono en una cantidad suficiente para descompensar el sistema amortiguador del océano y las consecuencias son difíciles de prever; también se ha arrojado Monóxido de Carbono, un gas altamente tóxico, Oxidos de Nitrógeno, Bióxido de Azufre (que se oxida espontáneamente a Acido Sulfúrico) y una gran variedad de hidrocarburos más o menos inertes o malignos. El resultado es una verdadera mezcla atmosférica de notable y no bien conocida composición. Y estos productos químicos diluidos están en suspensión en un fluido transparente inundado por la energía solar.

Se verifican reacciones químicas complejas, especialmente basadas en el Oxido Nítrico (Gráfica No. 3), y varios otros hidrocarburos, y se producen nuevos ingredientes en la mezcla atmosférica, algunos de los cuales son muy perjudiciales.

Este proceso se denomina contaminación fotoquímica del aire. Entre los productos más notables están el Bióxido de Nitrógeno, (Gráfica No. 4), el Ozono, el Formaldehído y los Nitratos de Peroxiacilo (tan conocidos que en conjunto se les denomina NPA, un término muy común en la terminología de los ingenieros en contaminación). (Colinvaux, 1980).

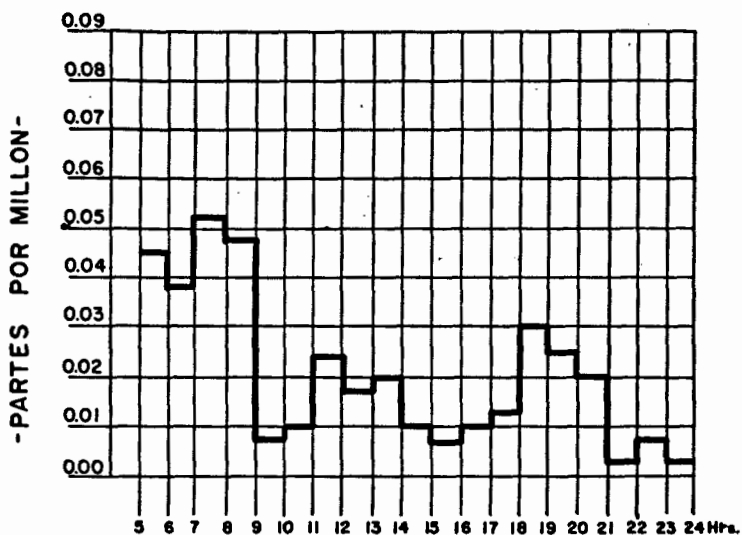
Los oxidantes son responsables del color amarillento rojizo que se observa sobre la atmósfera de las grandes ciudades.

En casos graves, da lugar a la formación de la "Niebla fotoquímica", que puede formarse en periodos de inversión térmica, y en las que intervienen también otros compuestos como el Monóxido de Carbono (Briseño op cit).



GRAFICA 3.- OXIDO NITRICO EN LA ATMOSFERA
DE GUADALAJARA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
INSTITUTO DE ASTRONOMIA Y METEREOLOGIA



GRAFICA 4.-DIOXIDO DE NITROGENO EN LA
ATMOSFERA DE GUADALAJARA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
INSTITUTO DE ASTRONOMIA Y METEREOLOGIA

4.7. El Ruido

Turk op cit, menciona que el concepto del ruido se relaciona a menudo con la idea del carácter fortuito, pero implica además otras conotaciones.

En efecto, la descripción física completa de un sonido determina no pude anticipar si a nosotros, individualmente, nos gustará o no. Si el sonido no nos gusta, dicho sonido es un ruido.

Tenemos ahora dos definiciones del ruido a saber :

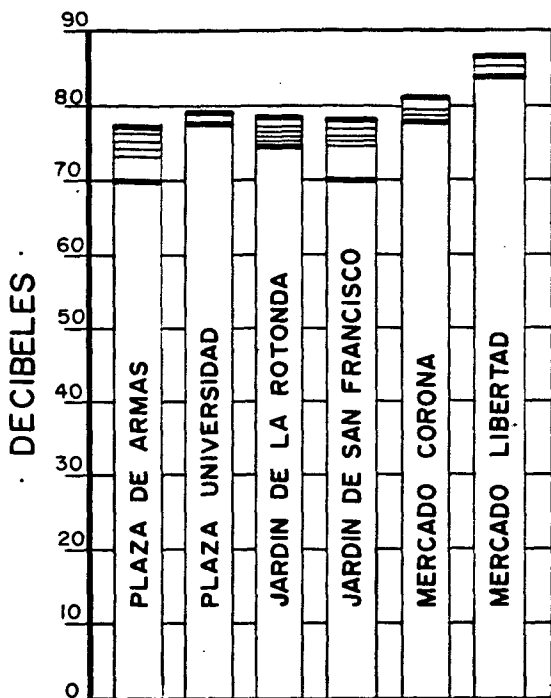
- a) Toda oscilación irregular, intermitente o estadísticamente fortuita.
- b) Todo sonido molesto. El concepto de "sonido molesto" parece suficientemente sencillo, pero resulta manifiestamente difícil de cuantificar para una comunidad entera.

En efecto, un determinado sonido podrá constituir música para una persona y ruido para otra; podrá ser agradable si es poco intenso, pero ruido si se prolonga, intrigante si es rítmico, pero ruido si es repetido al azar, o bien razonable, si lo hacemos nosotros, pero ruido si lo hace alguno otro.

De todos los atributos que distinguen entre un sonido agradable y otro desagradable, el que por regla general consideramos como el más significativo es la intensidad.

Por regla general, los niveles de ruido de aproximadamente 80 decibeles o más altos pueden producir pérdida permanente del oído, aunque por supuesto, el efecto es más rápido si los ruidos son más fuertes, y depende también hasta cierto punto de la frecuencia.

La intensidad del ruido en algunas zonas de la ciudad de Guadalajara se muestra en la Gráfica No. 5, en donde se puede apreciar que de las zonas muestreadas la de San Juan de Dios es la más ruidosa (82 a 86 decibeles). (Briseño op cit).



GRAFICA 5.- NIVELES DE RUIDO EN LUGARES ESPECIFICOS DEL PRIMER CUADRO DE GUADALAJARA.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
INSTITUTO DE ASTRONOMIA Y METEREOLOGIA

4.8. Indice de Contaminación del Aire

El viento se calma y el aire está quieto, pero el tráfico sigue moviéndose, las industrias siguen funcionando. El aire se hace nublado, oscuro y luego molesto. ¿Que peligro representa? ¿Debemos acaso cerrar las fábricas o suspender el tráfico?. Es obvio que para responder a semejantes preguntas hemos de medir algo. Un enfoque razonable es el que consiste en adherir a una determinada norma para cada contaminante y considerar luego que la atmósfera está afectada cuando contiene algún contaminante en exceso de la norma correspondiente. El grado de peligro depende de aquel en que las concentraciones de los contaminantes exceden los niveles admitidos. Inversamente, podemos asignar pesos relativos a los contaminantes sobre la base de sus capacidades relativas de producir efectos nocivos. Cuando estos números separadamente averiguados se suman unos a otros, obtenemos un total que sirve de índice general de contaminación del aire. Una serie de alertas se relaciona a menudo con la magnitud del índice. En el cuadro No. 2, expone las normas de calidad del aire ambiente (para seis contaminantes), tales como han estado establecidas por la Agencia de Protección del Medio Ambiente y rigen desde el 30 de abril de 1971. El cuadro No. 3 muestra las normas para el Estado de California. El distrito de la Contaminación del Aire, del Area de la Bahía (San Francisco) han construido un índice basado en las normas de California. El índice diario de contaminación del aire del Departamento de Recursos del Aire de la Ciudad de Nueva York se basa en el supuesto de que la calidad del aire es tan mala como lo es su peor contaminante. El índice se expresa mediante alguno de los cuatro adjetivos "bueno", "aceptable" "insatisfactorio" e "insalubre". Se miden los contaminantes a saber : los NO_2 , SO_2 , CO, los oxidantes y se da una serie de puntuaciones para cada uno, según se muestra en el cuadro No. 4. Las cifras del Monóxido de Carbono solo se utilizan para el índice "insalubre", y las cifras de los oxidantes solamente para las clasificaciones "buena", "aceptable" e "insalubre". (Turk op cit).

En el cuadro No. 5 se presenta el índice Mexicano de la Calidad del Aire (IMEXA), en el que se fijan los diferentes parámetros de contaminantes tolerables en la atmósfera. (SEDUE, 1986).

Cuadro No. 2. NORMAS FEDERALES DE LA CALIDAD DEL AIRE (del 30 de -
Abril de 1971), POR LA AGENCIA DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. (USA)

	CONCENTRACION
<u>Anhídrido Sulfuroso</u>	
Media aritmética (anual)	0.03 ppm
Concentración de 24 horas, que no debe excederse más de una vez por año	0.14 ppm
<u>Partículas Suspendidas</u>	
Media geométrica (anual)	75 mg/m ³
Concentración de 24 horas, que no debe excederse más de una vez por año	260 mg/m ³
<u>Monóxido de Carbono</u>	
Concentración de 8 horas, que no debe excederse más de una vez por año	9 ppm
Concentración de 1 hora, que no debe excederse más de una vez por año	35 ppm
<u>Oxidantes Fotoquímicos</u>	
Concentración de 1 hora, que no debe excederse más de una vez por año	0.08 ppm
<u>Hidrocarburos</u>	
Concentraciones de 3 horas, que no debe excederse más de una vez por año	0.24 ppm
<u>Dióxido de Nitrógeno</u>	
Media aritmética (anual)	0.05 pp.

Cuadro No. 3. NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE DE CALIFORNIA

<u>CONTAMINANTE</u>	<u>N O R M A L</u>
<u>Oxidante</u>	0.1 ppm por una hora
<u>Monóxido de Carbono</u>	40 ppm por una hora 10 ppm por 12 horas
<u>Anhídrido Sulfuroso</u>	0.5 ppm por una hora 0.04 ppm por 24 horas
<u>Partículas Reductoras de la Visibilidad</u>	Visibilidad reducida a 15 km cuando la humedad es inferior a 70 por 100
<u>Materia Suspendida en Partículas</u>	10 mg/m ³ por 24 horas
<u>Plomo (en partículas)</u>	1.5 mg/m ³ por 30 días
<u>Sulfuro de Hidrógeno</u>	0.03 ppm por una hora
<u>Bióxido de Nitrógeno</u>	0.025 ppm por una hora

Cuadro No. 4.

INDICE DE CONTAMINACION DEL AIRE DE LA CIUDAD DE NUEVA YORK

<u>CONTAMINANTE DEL AIRE</u>	<u>BUENO</u>	<u>ACEPTABLE</u>	<u>INSATISFACTORIO</u>	<u>INSALUBRE</u>
<u>SO₂</u> (promedio de 24 hr)	0-0.03 ppm	0.04-0.05 ppm	0.07-0.10 ppm	0.10 ppm
<u>NO₂</u> (promedio de 24 hr)	0-0.05 ppm	0.06-0.09 ppm	0.09-0.12 ppm	0.12 ppm
<u>CO</u> (máximo prom. de 8 hr)				9 ppm
<u>Oxidantes</u> (máximo prom. 1 hr)	0-0.03 ppm	0.04-0.08 ppm		0.08 ppm

Cuadro No. 5. CUADRO DEL INDICE MEXICANO DE LA CALIDAD DEL AIRE (IMEXA), CREADO EN 1977 Y PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 29 DE NOVIEMBRE DE 1982

		PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	BIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	OZONO (O ₃)	MONOXIDO DE CARBONO (CO)	BIOXIDO DE NITROGENO (NO ₂)
		Promedio 24 Horas	Promedio 24 Horas	Prom. 1 Hr.	Promedio 8 Hr	Promedio 1 Hora
PUNTOS	NIVEL	MCG / M ³	P P M	PPM	P P M	P P M
0-50	Bueno	175	0.07	0.07	7	0.02
51-100	Satisf.	275	0.13	0.11	13	0.21
101-200	No Satisf.	510	0.35	0.27	23	0.8
201-300	Malo	675	0.60	0.4	32	1.2
301-400	Muy Malo	835	0.80	0.50	41	1.6
401-500	Peligroso	1000	1.0	0.60	50	2.0

5. EFECTOS NOCIVOS QUE OCACIONA LA CONTAMINACION EN EL ARBOLADO

Lanzara et al (1985), menciona que especialmente en el último de cenio, los medios de comunicación social han comenzado a hablar de la ecología y de la protección ambiental de forma desaferrada; sin embar-
go, hacía ya tiempo que numerosas voces alarmadas se habían alzado pa-
ra denunciar los estragos suicidas que el hombre realizaba sobre su -
propio planeta. Desde los tiempos más remotos, el peor enemigo del --
hombre ha sido el medio hostil que le envolvía, y al que debía además
su propia existencia. Sin embargo, el egocentrismo y la presunción -
con los que el hombre se afanó en dominar todo lo que le rodeaba, a la
vez que expresamente lo destruyó en aras de un aprovechamiento inmedia
to. La naturaleza fue conservada durante el largo período de tiempo -
en que la relación hombre-naturaleza era todavía favorable a la segun-
da, y el peligro se hizo más inmediato con el incremento de la pobla-
ción humana y con los conocimientos particularmente adquiridos por el
homo sapiens, los cuales utilizaba sin preocuparse del futuro de su -
especie.

El rápido proceso de industrialización realizado a partir del -
siglo pasado, la expansión de los vehículos a motor y por tanto del -
consumo de combustible, y finalmente la extensión de las concentra -
ciones humanas, por doquier de la superficie de la tierra, con las cau -
sas que han ocasionado unas proporciones cada vez más preocupantes de
los daños ocasionados al poblamiento vegetal por parte de la contami-
nación atmosférica. Al poco de iniciarse el fenómeno los daños impla -
cables a los árboles sólo alcanzaban a las inmediaciones de la fuente
contaminante; actualmente se han extendido a áreas cada vez más am -
plias y constituyen la amenaza más grave para la humanidad al poco -
que ésta reflexione acerca de su frenética vida diaria. Es verdad -
que en los miles de millones de años transcurridos desde el momento
en el que la Tierra comenzó a enfriarse y a formar una corteza sobre
su bola de fuego, se han producido inenarrables cataclismos e innume -
rables especies vivas se han extinguido, pero nunca hasta ahora se ha
apagado la chispa de la vida.

La naturaleza está preparada para afrontar las glaciaciones, -
fuegos, terremotos, erupciones y hundimientos, pero no en el grado de
alcanzar las destrucciones insensatas provocadas por el intelecto hu-
mano. Estos factores inquietantes, esta amenaza a la vez homicida y
suicida, está destinada desgraciadamente a extender su influencia ne-
gativa sobre la vida vegetal, y como consecuencia sobre el animal, si
no se reflexiona a tiempo sobre su alcance y no se adaptan inmediata-
mente las adecuadas medidas protectoras.

Actualmente, con lo que inconscientemente denominamos contamina
ción, lamentado sólo de forma vaga, el hombre está destruyendo en la
atmósfera cosas tan delicadas, que a su alrededor y fuera de las mis-
mas no puede existir ninguna de las formas de vida conocidas. Cuando
la contaminación alcanza un bosque, un prado, un seto, el efecto que
deriva es una alteración del equilibrio suelo-sobre-suelo, se altera
un equilibrio complejo y por tanto particularmente vulnerable a la -
acción de las sustancias tóxicas difundidas en la atmósfera, con ello
se verá irremediablemente afectado todo un conjunto delicado de vege-
tales y animales, reduciendo a una envoltura vacía y a una esfera muer-
ta errante, sin finalidad en el Universo, a todo un conjunto de obje-
tos que significan muchos millones de años de evolución.

El cerco se cierra; los verdes bosques que han proporcionado -
oxígeno para respirar, alegría a la vista y que han utilizado la luz -
para obtener flores y frutos; la energía del Sol logró, con la purifi-
cación de la atmósfera, traspasar las nubes perennes de aire irrespi-
rable que rodeaban la Tierra. Todo lo que ésta es lo debe, no a la -
inteligencia "superior" humana, sino a la actividad de las plantas ver-
des. No a la filosofía ni a la ciencia, no a las espléndidas cátedra
les ni tampoco a las obras maestras encerradas en los museos, no a los
sueños de gloria de los grandes caudillos, ni a los sueños de los gran-
des idealistas acerca de las posibilidades de nuestro planeta, sino -
que todo ello es obra de densos bosques actualmente reducidos a cen-
iza y carbón.

La absorción y la difusión de los gases a través de los tejidos vegetales se realiza principalmente a través de los estomas y son favorecidas por los factores externos que estimulan la actividad vegetativa (como por ejemplo: la elevada humedad atmosférica, una iluminación favorable, la amplitud de los espacios intercelulares y el espesor de la cutícula). Las sustancias gaseosas afectan a la vegetación bien por su efecto de los gases tóxicos que contienen (por ejemplo: Anhídrido Sulfuroso, Acido Fluorhídrico y Acido Clorhídrico) provocando con ello los daños más aparentes y fácilmente reconocibles, o bien indirectamente, modificando mediante la sedimentación de una notable cantidad de polvos volátiles ricos en residuos fototóxicos (como por ejemplo: Plomo, Cobre, Estaño y Arsénico) a la estructura y el dinamismo del suelo. Algunas veces se trata de partículas de dimensiones microscópicas que, en el estadio de aerosol, pueden permanecer suspendidas en el aire y que a nuestra vista aparecen como una neblina opaca que se forma actualmente en todas las aglomeraciones humanas. Estas nubes funcionan a veces como núcleos de condensación del vapor acuoso y por tanto modifican el espectro de las radiaciones luminosas que el Sol manda a la Tierra. Como consecuencia de ello, en los vegetales se reduce la posibilidad de asimilación, y a largo plazo, el depósito de los polvos sobre las láminas de las hojas disminuye su crecimiento, e incluso puede llegar a provocar la muerte de la planta.

Los efectos fitotóxicos pueden distinguirse en agudos y crónicos mientras los primeros aparecen rápidamente, al cabo de horas o de unos pocos días, manifestandose en forma de placas de células muertas, los crónicos, en cambio aparecen al cabo de un cierto tiempo con una destrucción parcial de la clorofila, con reducción en el desarrollo vegetativo, con disminución en el espesor de los anillos anuales; todas estas manifestaciones son aspectos del lento envenenamiento de la planta y del trastorno creciente de sus procesos metabólicos. Entre los gases más nocivos, el que ha producido mayores daños es el Anhídrido Sulfuroso, presente en la atmósfera en aquellos puntos en los que se utiliza como combustible: carbón y aceites minerales (caso de los altos hornos, fábricas de abono, de celulosa y de sosa).

5.1. Daños al Arbolado en la Zona Urbana

Rapoport et al (1983), menciona que la concentración de contaminantes aéreos producidos en el área urbana es suficiente para contrarrestar cualquier beneficio agronómico y hortícola que se obtenga. Asimismo, como lo comprobó Matzke (1936, citado por Rapoport); el incremento del fotoperíodo producido por la luz artificial de las calles difiere la caída de las hojas unos pocos días pero, aparentemente, este fenómeno es de reducida significación biológica.

En cambio, lo que si se sabe, es que en las zonas céntricas o densamente pobladas de las urbes, los árboles de las aceras se encuentran sometidos a un continuo "stress" que puede disminuir significativamente su crecimiento e incluso ocasionar su muerte.

Entre estos factores se incluyen :

- 1).- La disminución de la provisión de agua por efecto de la pavimentación de calles, cubrimiento de aceras y obras de drenaje de lluvias.
- 2).- Disminución de la radiación solar y del tiempo de insolación comparable a lo que en la naturaleza se da en el fondo de un cañón o valle profundo.
- 3).- Reducido espacio vital para el desarrollo de raíces y follaje.
- 4).- Intermitente corte de raíces por obras públicas para la introducción de cañerías o tuberías subterráneas.
- 5).- Contaminación.
- 6).- Destrucción involuntaria o voluntaria de las partes aéreas, incluyendo podas irracionales.

- 7).- Incremento de sales por orina.
- 8).- Acceso de detergentes y desinfectantes químicos que se usan en el lavado de las aceras.
- 9).- Disminución sensible de la materia orgánica del suelo.
- 10).- Cambios en el régimen de evapotranspiración. (Oke, 1979; editado por Rapoport).

5.2. Daño por Gases Oxidantes en Pinos

Hernández et al (1982), menciona que el Ozono (O_3), el Peroxíaceto (PAN) y el Dióxido de Nitrógeno (NO_2), designados por sus efectos como gases oxidantes, son considerados en el presente como los gases fitotóxicos más importantes. El Ozono se forma naturalmente por la acción de la luz solar sobre el oxígeno en la estratósfera también se origina por descargas eléctricas durante las tormentas. Sin embargo, la contribución de estas dos fuentes naturales no es significativa. De tal manera que la fuente antropogénica de Ozono es la causa principal de enriquecimiento atmosférico y por tanto del daño a las plantas.

Leighton, citado por Hernández (1982), menciona que los Oxidos de Nitrógeno que son emitidos a la atmósfera por automóviles, durante los procesos industriales y de otra índole, pueden reaccionar en presencia de luz solar con el Oxígeno, para formar Ozono.

El Ozono penetra en la hoja a través de los estomas y daña principalmente las células en empalizada, en hojas que poseen tejido en empalizada y esponjoso.

En el caso de pinos puede haber daño en el mesófilo o en el tejido rodeado por el endodermo, dependiendo de la especie.

Los daños causados por Ozono en *Pinus Strobus* L. han sido señalados por varios investigadores. Berry Ripperton, citados por Hernández (1982), sembraron en macetas, plántulas susceptibles y lograron protegerlas del quemado de la punta poniéndolas en una cámara provista con filtros de carbón activado. Asimismo, reprodujeron los síntomas típicos de la enfermedad usando oxidantes producidos artificialmente a concentraciones y tiempos de exposición similares a aquellos registrados en el campo, con lo que reforzaron la tesis de que un oxidante, probablemente el Ozono, era la causa de esta enfermedad.

En plantaciones de 3 - 15 años de edad, en el Medio Oeste y Este de Estados Unidos, Dochinger, citado por Hernández (1982), encontró que los árboles afectados se caracterizaron por una reducción en el crecimiento de raíces y copas, hojas cortas y moteadas y caída prematura del follaje en árboles susceptibles.

También observó que los árboles conservados en cámaras con filtros de carbón activado se recuperaron, mientras que los mantenidos en cámaras bajo aire ambiental no mostraron señales de tal recuperación.

En *Pinus ponderosa* Laws, los daños por Ozono han sido observados por Parmeter, citado por Hernández (1982), quien lo caracterizó por una reducción progresiva en crecimiento terminal y del diámetro, pérdida de todas las hojas, excepto las acículas jóvenes, reducción en el número y tamaño de las hojas, moteado amarillo de las hojas, deterioro del sistema radical fibroso y muerte eventual de los árboles, atribuyendo lo anterior a ambos factores. En otro estudio Miller, citado por Hernández (1982), consignó que las hojas tratadas con 0.05 ppm de Ozono durante 9 - 18 días bajo condiciones de campo desarrollaron un moteado clorótico, muerte terminal progresiva y abscisión. Del mismo modo, el contenido de clorofila de las hojas tratadas durante 18 días fue generalmente menor que en las hojas testigo al aire ambiental. Para confirmar sus resultados realizó un muestreo continuo del aire durante 16 días, el cual indicó un promedio diario de oxidantes de 0.09 ppm, lo que evidenciaba que el Ozono, componente del humo fotoquímico, podría ser la principal causa del daño en los pinos de las montañas de San Bernardino, California, EUA. Evans y Miller, citados por Hernández, observaron en acículas jóvenes cambios histológicos e histoquímicos en selecciones clonales susceptibles, bajo condiciones naturales de crecimiento, en verano, en el Bosque Nacional de San Bernardino. En este mismo bosque, Miller detectó durante un período de observación de dos y cuatro años un 8 y 10 % de árboles muertos respectivamente, usando la escala de evaluación visual para determinar daños por gases oxidantes en pinos.

()

Un buen número de investigadores han fumigado artificialmente, con diferentes concentraciones de Ozono, plantas de diversas especies del género Pinus de EUA; los parámetros empleados han sido el tipo de daño externo en hojas y el contenido de clorofila; de esta manera, han podido diferenciar entre especies susceptibles y resistentes al daño por Ozono.

5.3. Daños Causados a la Vegetación

Turk, et al (1984), menciona que la contaminación del aire ha causado daños extensos a árboles, frutos, hortalizas y flores de adorno.

Los primeros casos espectaculares de semejantes efectos se observaron en la destrucción total de la vegetación por el Bióxido de Azufre en las regiones circundantes a las fundidoras, donde el gas es - producido por el "tostado" de mena de Sulfuro, según la ecuación sig.



Sabemos ahora que hay una diversidad de daños causados a las - plantas por los contaminantes del aire.

Por ejemplo, en el daño por Bióxido de Azufre (Figura No. 1), - se observa las áreas intervenales manchadas en una hoja de dicotiledonea y las áreas rayadas en la hoja de monocotiledonea (tipo hierba).

En el daño por fluor (figura No. 2), se observa la necrosis de la punta y el borde en ambas clases de hojas. La sección transversal muestra hundimiento y encogimiento graves de la estructura internas.

En el daño por Ozono (Figura No. 3), se observa el efecto vareado o punteado en la hoja. En la sección solamente la capa de células empalizadas está afectada.

Lesión de tipo smog (Figura No. 4), se observa el cambio en la posición del efecto con la edad de la hoja. En la sección, el hundimiento inicial está en la región de los estomas.

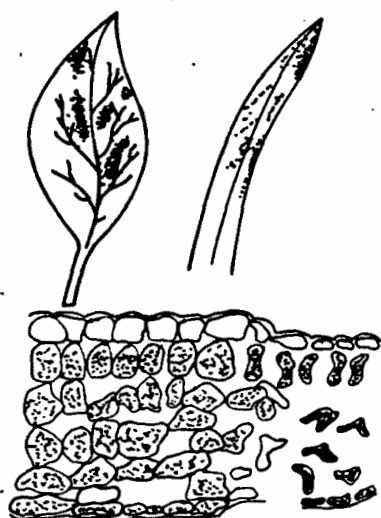


FIG. 1

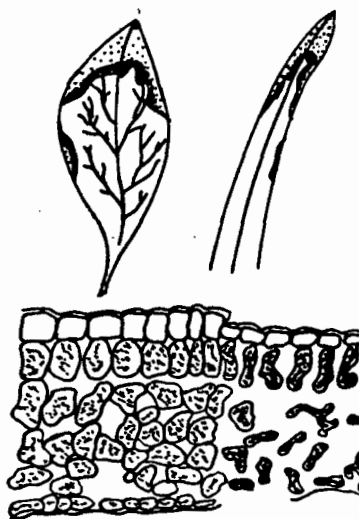


FIG. 2

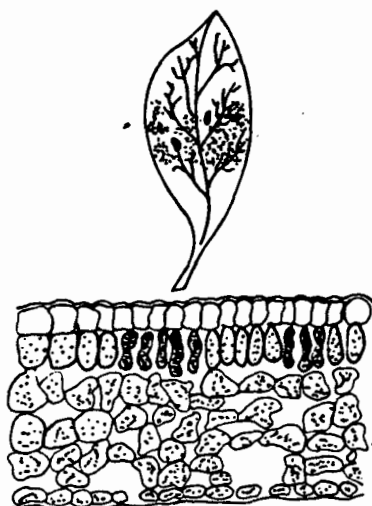


FIG. 3

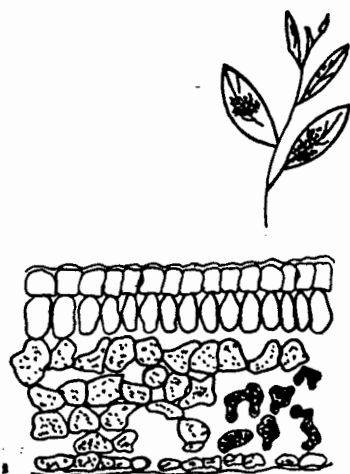


FIG. 4

EFFECTOS DE LA CONTAMINACION DEL AIRE SOBRE LAS PLANTAS

5.4. Efectos Evolutivos de los Agentes Contaminadores

Bradshaw, et al (1985), cita que los efectos de los agentes -- contaminantes no siempre son tan extremos: las plantas pueden sufrir - daños unicamente parciales.

Las alteraciones continúan siendo visibles debido a la muerte - de ciertos tejidos, pero la planta como conjunto logra sobrevivir. Estos daños pueden llegar a ser muy característicos en algunos de los contaminantes, (Cuadro No. 2).

Otras veces el daño es invisible y lo-único que ocurre es una - reducción en el crecimiento o cantidad cosechada.

El Ozono se produce como resultado de unos procesos fotoquímicos de oxidación que tienen lugar cuando los Oxidos de Nitrógeno (NO) liberados en la atmósfera por los vehículos a motor se ven expuestos a una luz solar fuerte. Esto provoca las típicas lesiones de color -- marrón que aparecen en la superficie superior de las hojas, pero tam bién una reducción del rendimiento, suficiente para que el cultivo de je de ser rentable, como sucedió por ejemplo en las cosechas de cítri cos de Los Angeles tan importantes en una época pasada.

La mayor parte de agentes contaminantes provocan una disminución del rendimiento así sucede con el Bióxido de Azufre cuando su concen - tración supera las 0.1 pp., ó bien con el PAN (Nitrato de Peroxiacetil) procedente de los tubos de escape de los coches cuando supera las 0.01 pp. (Mellanby, 1980, citado por Bradshaw 1985).

Cuadro No. 2. Efectos de los Distintos Contaminantes en las Plantas

<u>Agente</u>	<u>Localización</u>	<u>Síntomas</u>
SO ₂	Cerca de la fuente espe- cífica o, por lo general	Zonas destruidas alrededor de las venas principales, visibles en am-
Bióxido	en zonas urbanas durante	bas caras y de color marfil casi
de	el invierno.	siempre: clorosis general y vejez
Azufre		prematura

Cuadro No. 2 continuación

<u>Agente</u>	<u>Localización</u>	<u>Síntomas</u>
O ₃ Ozono	Distribuido en el aire de influencia urbana en los días de sol intenso	Zonas destruidas alrededor de las venas principales, visibles en ambas caras y de color marfil casi siempre clorosis general y vejez - prematura
PAN Nitrato de Peroxiacetil	Como el Ozono	La cara inferior de las hojas en crecimiento aparece vítrea o metalizada en una banda - transversal que corresponde al tiempo de máxima incidencia.
H F Fluoruro de Hidrógeno ó Acido Fluorhídrico	Cerca de la fuente específica	Necrosis de los extremos de las hojas, así como de los bordes; coloración verde - grisácea que se vuelve par do rojiza.
Cu, Pb, Zn, etcétera Metales Pesados	Cerca de la fuente (tierra ó aire)	Inhibición del crecimiento - radical, muerte de algunas - especies, clorosis en el caso del zinc ó cobre.

5.5. El Factor Luz

5.5.1. Efectos de las Partículas Sususpendidas sobre las Plantas

Daubenmire, (1979), menciona que las partículas sólidas dispersas en el aire (polvo y humo) ó en el agua (arcilla, sedimentos, planctón y coloides del lodo), ejercen gran efecto filtrante.

Por lo general la turbiedad en las corrientes que fluyen en regiones áridas es inevitable debido a los iones de sodio que originan la dispersión coloidal. Las corrientes de agua de regiones de piedras calizas tienden a permanecer claras la mayoría de las veces, debido a la acción de floculación de los iones de calcio.

Debido a la acelerada erosión provocada por el hombre, muchos ríos que en otro tiempo eran claros, están tan cargados de partículas coloidales de suelo que las plantas sumergidas, y por consiguiente, la vida animal que dependen de ellas, han desaparecido.

En las áreas metropolitanas el humo puede interceptar un 90% de la luz. Aun más nocivos son los efectos de las partículas de humo las cuales se asientan fuera del aire y se acumulan formando películas sobre las superficies de la planta, disminuyendo la cantidad de luz disponible para el clorénquima. Las plantas con superficies viscosas o vellosas son las que más sufren. Asimismo, las plantas perennifolias son inherentemente más vulnerables a este tipo de daños que las caducifolias, las cuales retienen sus hojas solo unos cuantos meses, aunque plantas perennifolias excepcionales toleran esta condición y hay plantas caducifolias que son sensibles a las películas de humo.

En Inglaterra las coníferas perennifolias no pueden crecer donde se depositan más de 19 toneladas de hollín por Km cuadrado anualmente, y la deposición en las áreas industriales excede diez veces esta cantidad. Incluso un vidrio limpio orientado en ángulo recto hacia los rayos luminosos intercepta aproximadamente un 13% de la luz solar; y cuando se ensucia, la interceptación aumenta varias veces sobre este valor.

5.6. Destrucción de un Bosque por Efectos de la Contaminación

Storer, (1966), menciona que existe un sitio en los bosques del sureste de Tennessee que no puede olvidar quien lo haya visto, para llegar allí hay que viajar más de cien kilómetros por colinas boscosas, pobladas de laureles, azaleas y rododendros, a lo largo de manantiales, arroyos y cañadas que desembocan a veces en verdes praderas donde pasta el ganado.

Repentinamente desaparece este mundo de verdor. El bosque cede el puesto a ciento cincuenta kilómetros cuadrados de un desierto tan muerto como el Sahara. Las ondulantes colinas se quiebran en hileras de bajas crestas empinadas, estériles y privadas de toda manifestación de vida. El suelo está seco.

Han desaparecido los manantiales y los arroyos. En esta región la precipitación anual de lluvia es menor que en los terrenos circundantes. Los vientos son más fuertes.

Es más cálido el verano y más frío el invierno. Aquí y allá en ese desierto sobresalen en filas los esqueletos resacos de arbolillos plantados por quienes se empeñaron en iniciar un bosque nuevo.

El suelo de los bosques vecinos es negro, rico y esponjoso. El del desierto es áspero, duro y amarillo. Este desierto estuvo en otro tiempo cubierto por un bosque con su correspondiente suelo fértil. Pero hoy ese suelo yace a más de siete kilómetros abajo del valle, en el fondo de una charca, y las partes bajas del áspero suelo del desierto se ahondan año tras año, pues cada lluvia deslava y acarrea más hacia la charca.

Todo esto se debe a que hace muchos años se estableció allí -- una fundidora de cobre, y sus gases mataron los árboles cercanos, -- poniendo en marcha la sucesión de acontecimientos que finalmente produjeron el desierto. Los dueños de la fundidora aprendieron ya hace mucho a vigilar la acción de dichos humos, que no volvieron a envenenar de una manera tan peligrosa en el aire, pero el daño estaba ya -- hecho.

5.7. Inversión Térmica

Sutton, et al (1977), menciona que una inversión térmica es una condición en la cual una capa de aire caliente descansa sobre otra de aire más frío.

Normalmente la temperatura del aire disminuye con la altura -- (ver figura No. 5 parte superior), la condición inversa actúa en forma efectiva como una cubierta que atrapa los contaminantes del aire (ver figura No. 6 parte inferior).

Básicamente hay dos tipos de contaminación del aire : el "smog de Londres" y el "smog fotoquímico".

El smog de Londres (humo y niebla) contiene compuestos de Azufre, del tipo del Bióxido de Azufre y el Acido Sulfúrico, la combinación de niebla, una inversión térmica y grandes cantidades de Bióxido de Azufre, causó el desastre de Londres de 1952 que costó 4,000 vidas. Por ello se le denomina "el smog de Londres".

Por supuesto, también podría denominarse con justicia el "smog del Valle de Mouse", ya que en dicho Valle industrializado de Bélgica en diciembre de 1930, más de 1000 personas enfermaron, y 60 murieron en octubre de 1948.

También podría conocerse con el nombre de "smog de Nueva York", pues la mayor parte de la contaminación atmosférica de las principales ciudades del oeste de los Estados Unidos es producida por Bióxido de Azufre ya que se emplea combustibles que contienen Azufre, para la calefacción y la producción de fuerza eléctrica.

El smog fotoquímico podría llamarse "el smog de Los Angeles", ya que en esta ciudad, fué donde se registró la primera reacción de este tipo y aún constituye el ejemplo más conocido.

Realmente no es una combinación de humo y de niebla, pero el término "smog" se emplea en forma tan amplia, que sería virtualmente imposible eliminarlo de nuestro vocabulario.

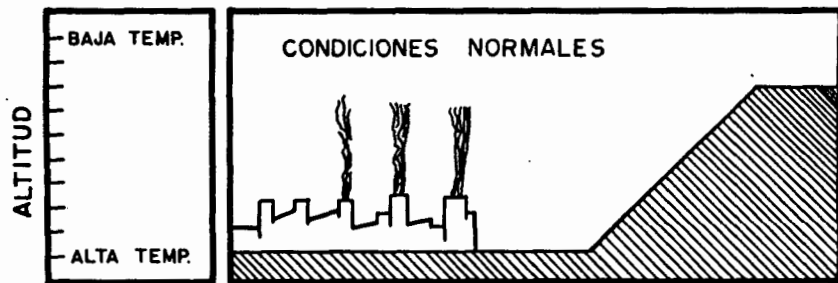


FIG. 5

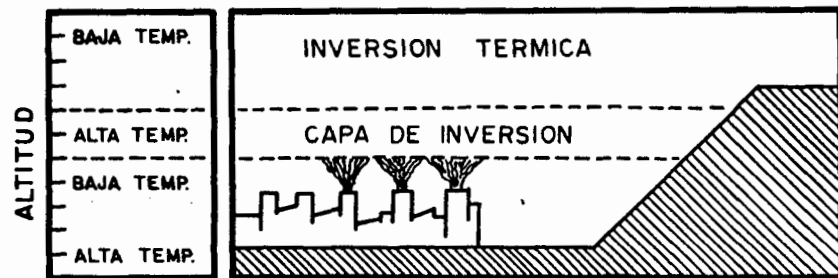


FIG. 6
CONDICIONES TERMICAS NORMALES
 (AIRE MAS FRIO EN LA PARTE SUPERIOR)
INVERSION TERMICA
 (AIRE TIBIO SITUADO ARRIBA DEL AIRE MAS FRIO)

5.8. Daño a Construcciones por Contaminación

Still (1975), menciona que el costo de la limpia con arena de los edificios de piedra y mampostería manchados con el hollín y erosionados por el ácido, es bien conocido en cada ciudad de importancia del país, pero el smog causa daños irreparables en medios más sutiles

Los expertos en arte de Nueva York están preocupados acerca del deterioro de las esculturas y monumentos de piedra que son atacados por el aire cargado de Acido Sulfúrico de esa ciudad.

La aguja de Cleopatra, ese obelisco de 200 toneladas que se levanta en Central Park, es un ejemplo preciso.

Este monumento de 23 metros de alto fué erigido hace 35 siglos por Tutmosis III para glorificar su reinado en Egipto.

Durante esos miles de años soportó ese obelisco de granito el sol y las arenas del Sahara, pero desde que fué llevado a Nueva York en 1880, los jeroglíficos que contiene gradualmente han ido desapareciendo.

"El ataque del aire sobre los edificios, estatuas y esculturas es un problema serio", comentó Joseph Nobel, administrador del Museo Metropolitano de Arte. "Lo que se va, y con las obras de arte eso es particularmente desafortunado".

Los gases sulfurosos en el aire forman una capa débil de Acido Sulfúrico que envuelve todo lo que hay en la ciudad.

Simplemente corroe la piedra, particularmente las piedras calizas; el mármol se ve afectado; también el granito pero no tanto.

6. ARBOLES RESISTENTES A LA CONTAMINACION

Lanzara op cit, cita que el conocimiento del grado de resistencia de las distintas especies vegetales frente a la contaminación según las condiciones particulares y condiciones estacionales, a la edad, al vigor vegetativo, podrá ayudar a elegir a las plantas con capacidad de supervivencia.

Las coníferas por ejemplo, a excepción del alerce, son menos resistentes que las especies caducifolias, ya que al poseer hojas persistentes durante varios ciclos vegetativos, acumulan las sustancias nocivas en mayor tasa.

Dentro de las Coníferas, en condiciones estacionales favorables son especies resistentes (situadas en orden decreciente) las siguientes :

Alerce (*Larix decidua*)
Tejo (*Taxus baccata*)
Falso abeto (*Picea pungens*, *Picea canadensis*
y *Picea omorika*)
Thuja sp.
Enebro (*Juniperus* sp)
Pino Montano (*Pinus Montana*)
Pino Negral (*Pinus Nigra*)
Cembro (*Pinus Cembra*)
Abeto (*Abies Concolor*)

Dentro de las especies caducifolias, en general todas ellas menos -- receptivas a la contaminación, pueden clasificarse en orden creciente de sensibilidad frente a ella :

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1.- Aliso (<i>Alnus Incana</i>) | 5.- Arce Blanco (<i>Acer Pseudoplatanus</i>) |
| 2.- Abedul (<i>Betula Pendula</i>) | 6.- Arce (<i>Acer Platanoides</i>) |
| 3.- Roble (<i>Quercus Sessilis</i>) | 7.- Roble Boreal (<i>Quereus Borealis</i>) |
| 4.- Olmo (<i>Ulmus Montana</i>) | 8.- Chopom Alamo (<i>Populus</i> sp) |

Evidentemente, estas distinciones y valoraciones sólo poseen - valor indicativo a causa de la gran diversidad de condiciones ecológicas en las que las plantas pueden hallarse. En efecto, debe reconocerse que en condiciones climáticas adecuadas, especies como *Albizia Julibrissin* resisten e incluso florecen en el centro de las grandes ciudades.

Sin embargo, no deben sobrevalorarse excesivamente estas excepciones y en cambio conviene disponer los remedios precisos para evitar el continuo deterioro de nuestra flora debido a los procesos de contaminación.

Bradshaw, et al., (1985), menciona que el conseguir cultivos - resistentes a la contaminación atmosférica es una posibilidad práctica pero los agentes contaminantes atmosféricos afectan a otras cosas -- además de las plantas, incluidos los humanos.

El objetivo último debe ser, por tanto, reducir la contaminación como forma de resolver ciertos problemas particulares, la búsqueda -- de cultivos resistentes es ya un paso importante.

Los árboles son especialmente vulnerables a los efectos de la contaminación atmosférica.

Dentro de las especies de bosque, son especies resistentes las siguientes :

- Abeto de Douglas (*Pseudotsuga Taxifolia* Brit)
- Pino de Weymouth (*Pinus Strobus* L.)
- Alerce (*Larix* sp.)
- Pinus Contorta* Dougl.
- Picea Abies* L.
- Pinus Ponderosa* Laws
- Pino Silvestre (*Pinus Sylvestris* L.)

Dentro de las especies de cultivo :

Citrus (Citrus sp.)

En muchas cosechas se está llevando a cabo un trabajo extensivo para identificar las variedades resistentes al Ozono; la variabilidad parece ser un hecho extendido.

No obstante, esto es sólo el inicio, pues la variación entre variedades debe ocurrir más por accidente que como resultado de una selección artificial o natural.

7. IMPORTANCIA DE LA DASONOMIA URBANA

Hitchings (1984), menciona que en los Estados Unidos la dasonomía urbana se inició a comienzos de la década de los setenta con subvenciones directas del gobierno federal para las agencias forestales - en los estados de la federación. Estas dependencias estatales se responsabilizaron de actualizar las teorías de dasonomía urbana dentro - del marco general establecido por el Servicio Forestal del Gobierno - Federal. De este modo, cada estado tuvo oportunidad de adaptar los - conceptos de dasonomía urbana a la idiosincracia de las condiciones - locales.

El concepto fundamental de este programa es el de establecer un método de comunicación así obtener información para la administración de las zonas forestales bajo dominio público en cada estado ¿Que tipo de información es la que requiere para lograr este propósito? Esto - varía de un estado a otro ya que existe la variable de personal y nivel de capacidad entre un lugar y otro. Los programas básicos de capacitación deben estar orientados hacia la arboricultura, o sea el -- mantenimiento y atención de árboles individuales, abarcando los métodos de fertilización y podado. A la vez se podrían organizar grupos locales y que estos se responsabilicen en la administración de los - bosques urbanos en sus propias comunidades. Lo ideal es establecer una atención adecuada para árboles individuales como el primer paso en un programa de administración responsable de la dasonomía urbana.

¿Qué motiva la administración de la dasonomía urbana? No obs - tanté que los árboles en zonas urbanas se den por contado, estos son entidades vivas plantadas o preservadas por el hombre con un determi - nado propósito. Para servir ese propósito los árboles deben sobre - vivir y alcanzar su madurez llegando así a cumplir su ciclo de vida completo. Pero dadas las condiciones adversas que prevalecen en las zonas urbanas, los árboles en este medio requieren la ayuda del hombre para su sobrevivencia. Árboles que se encuentren en las calles y en parques públicos con frecuencia se les abusa y reciben poca a - tención en relación con aquellos que se encuentran en jardines particulares.

Por otra parte, aquellos responsables del cuidado de los árboles en áreas públicas pocas veces cuentan con la capacitación, el equipo, la información o el presupuesto necesario para cumplir con sus obligaciones en forma adecuada.

¿Como es posible justificar un programa de dasonomía urbana en el marco contemporáneo de reducidos presupuestos públicos? La res - puesta es muy sencilla! una administración adecuada reduce el costo de mantenimiento y en consecuencia reduce las pérdidas. Promueve, -- asimismo, una apropiada y diversa selección de especies y proporciona un mejor patrón de distribución por edades. Una administración -- apropiada también propicia el establecimiento de un programa organizado de trabajo, presupuestos económicos razonables y un mecanismo -- de participació pública en la toma de desiciones en lo que se refiere a la dasonomía urbana. Con frecuencia se establecen consejos municipales para dirigir la administración de los recursos arbóreos de la -- comunidad. Asimismo, se dictan reglamentos a nivel local con el fin de promover nuevos plantío o proteger los que ya existen. En ocasio nes estas actividades estimulan la aportación de fondos por parte de ciudadanos para plantar nuevos árboles. Es indudable que la amdninis tración racional de este recurso es de suma importancia en una época de reducidos presupuestos públicos.

7.1 Beneficios de la Dasonomía Urbana

Hitchings op cit, cita que el efecto de los árboles en relación con el clima se observa en varios niveles o escalas. La microescala se manifiesta desde el sector de vecindad hasta el sector residencial

La meso-escala ocurre desde el nivel de ciudad hasta el nivel de regiones dentro de una ciudad. A continuación discutiremos el efecto de los árboles en estos diferentes niveles.

El calor es un hecho de la vida durante el verano en algunos lugares, y durante todo el año en muchas regiones de México, y el calor es más intenso en zonas urbanas que en áreas circunvecinas ya que el asfalto, concreto, vidrio, acero, techos con brea, etc., absorben la radiación solar. Añadido a esto se encuentra el uso de vehículos y sistemas de aire acondicionado. Los árboles, arbustos, pastos y otra vegetación ayudan a contrarrestar el aumento de la temperatura ambiental en la ciudad interceptando, reflejando o absorbiendo la radiación solar. Esto se conoce como sombra. Además los árboles contribuyen a la reducción de la temperatura ambiental por medio de la evapotranspiración en un efecto semejante al que ocurre cuando una corriente seca de aire evapora la humedad de la superficie de un paño mojado reduciendo así la temperatura.

Los árboles son los acondicionadores de aire que nos proporcionan la naturaleza. Bajo condiciones favorables, un solo y aislado árbol puede evaporar (si lo hay disponible) aproximadamente 88 galones de agua por día. Esto equivale a cinco acondicionadores de aire con una capacidad de 2,500 K/cal/hr operando durante 20 horas al día.

El efecto de enfriamiento se nota especialmente de noche cuando es evidente el aumento de humedad en las cercanías de un árbol. Un árbol ubicado cerca de una ventana de la habitación puede ser una solución para reducir el consumo de energía, sentirse fresco y dormir bien durante un verano caluroso.

Aún cuando los árboles afectan el clima a nivel de mesozona - en forma significativa, su efecto a nivel de microzona es más dramático. Los árboles logran este efecto en dos formas: una como barrera deflectora de vientos y la otra como sombra. Los árboles producen sombra en las regiones cálidas mientras que en las regiones más altas y templadas, su efecto como barrera deflectora de vientos reduce la pérdida del calor.

Es indudable que sería una ventaja económica plantar árboles en los lados sur y oeste de cualquier edificio expuesto al sol por esos lados. Si se desea recibir el calor del sol durante el in - vierno se necesita plantar árboles deciduos solamente. Con árboles perennes, se puede calcular el ángulo del sol para permitir el paso de luz solar durante el invierno al exterior o al interior del edificio.

La función "rompevientos" es otro uso importante para los árboles empleados para modificar el clima. Un viento caliente puede reducir el efecto refrescante de un bosque urbano, sin embargo, hasta cierto punto los árboles pueden servir de barrera. Se re - quiere una planeación inteligente que tome en cuenta la dirección de los vientos prevalentes seleccionando especies de árboles apropiados para este propósito. En zonas de inviernos muy fríos los "rompevientos" reducen la pérdida del calor de una residencia al reducir las corrientes de convección o al crear una capa de aire "muerto". En la investigación de Nueva Jersey, un tupido grupo de árboles coníferos sirvieron de "rompevientos" resultando en un ahorro de energía de un 3 %. Esta experiencia pudiera aplicarse en las zonas altas de México.

Los árboles y bosques reducen la contaminación del aire. Recientes investigaciones han demostrado que los árboles sí fungen como otra cuenca biológica que continuamente asimila la contaminación natural o la inducida por el hombre. Los árboles son la principal cuenca terrestre para absorber la contaminación en zonas templadas con vegetación de follaje ancho. Este tipo de vegetación es la más eficaz para asimilar desechos del aire dado la favorable relación

entre superficie y volumen de su follaje.

Ordinariamente, las partículas se depositan en la vegetación por medio de tres procesos :

1. Sedimentación por Gravedad
2. Impactación por acción Eólica
3. Acumulación por Precipitación

Las partículas eventualmente son lavadas por acción pluvial — y se precipitan al suelo o son absorbidas por los estomas de las — hojas. Se estima que la retención de polvos y materiales pesados — varía entre un 17 y 57 % para pinos y asciende a un 82 a 89 % en — bosques de árboles de madera dura.

La dasonomía urbana puede ayudar en el centro de la contaminación del aire siempre y cuando se establezca un plan y se inicie la selección de especies. Se requieren estudios adicionales para seleccionar los árboles que sean más tolerantes a la contaminación del — aire y los que sean más efectivos en la filtración y dilución de contaminantes atmosféricos. Estas especies de árboles tolerantes ofrecen un potencial considerable para mejorar la calidad del aire si se emplean como barreras o cinturones verdes al margen de carreteras o en situaciones urbanas adversas. Trabajos de investigación y experimentación que conduzcan a la mejor selección de especies tolerantes y — apropiadas podrían ayudar a las dependencias gubernamentales y organizaciones particulares en la planeación de programas de control de contaminación del aire.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

El presente trabajo está basado en uno de los problemas que - más ha inquietado en los últimos años a los habitantes de la ciudad de Guadalajara, como lo es la contaminación atmosférica.

Reviste enorme importancia debido a que dada a las especies - arbóreas (tema central del presente trabajo), considerados los pulmones de la ciudad y factor importante en la salud.

No se tiene una clara idea de hacia dónde va la ciudad de - Guadalajara, evolutivamente hablando. Se supone que en pocos años más pasará a ser semejante a la ciudad de México.

Pero una cosa es lo que los habitantes (Futurólogos y Planifica- dores) desean y otro es lo que realmente ocurre. Y en todo esto está siempre un peligro inherente a toda idealización o deseo; que con el correr del tiempo puede cambiar, no solo en el mismo individuo sino - --con más razón aún-- de padres a hijos, y por supuesto, de planifica- dor en planificador. Todo cambia.

Es indudable que al advertir la creciente deshumanización del - ambiente urbano y la insuficiencia arbórea se puede concluir que no - existe por el momento, fuerza capaz de torcer, de enderezar la tenden- cia actual y reconocer que estamos en un peligro muy serio.

Por el momento encontramos que de los principales contaminantes existentes en la ciudad de Guadalajara, es Monóxido de Carbono repre- senta un peligro en las zonas de la Central Camionera y la Calzada - Independencia y Avenida Javier Mina ya que registraron 43 y 40 ppm - respectivamente, siendo que de acuerdo al Índice Mexicano de Calidad del Aire (IMEXA), indica que 41 ppm se clasifica como MUY MALO.

El Bióxido de Azufre registra 0.01 también en la Central Camionera y de acuerdo al Índice de Contaminación del Aire de la Ciudad de Nueva York los índices .07 - .10 están catalogados como INSATISFACTORIO.

Los oxidantes fotoquímicos registran en el Oxido Nítrico .07 y en Bióxido de Nitrógeno .05 ppm y de acuerdo a la Agencia de Protección del Medio Ambiente U.S.A. y del Índice de Contaminación del Aire de Nueva York, se encuentra en peligro de llegar a .08 lo cual catalogan como INSALUBRE.

Aún cuando ya se han rebazado en algunos contaminantes los límites considerados seguros, el arbolado de nuestra ciudad no refleja daños considerables en su estructura, sin embargo de no tomarse medidas preventivas lo más pronto posible, las lesiones irán paulativamente acabando con nuestras especies arbóreas.

Parece ser que la situación de la ciudad de Guadalajara en cuanto a arbolado no tiene solución, por lo menos a corto plazo, y que lo único que se puede hacer es :

1. Control eficaz sobre los camiones urbanos
2. Trasladar lo más pronto posible la Central Camionera hacia las afueras de la ciudad.
3. Facilitar, sin trámites burocráticos (incluso respondiendo a simples llamados telefónicos) a la distribución gratuita de árboles para las calles de la ciudad. Para aumentar su eficacia, tal servicio activo de distribución a domicilio debería estar apoyado por una campaña publicitaria.
4. Promover más intensa y extensivamente es establecimiento de viveros en el Ayuntamiento Municipal con el fin de que cuenten con recursos forestales para implantar amplios programas de reforestación a reponer lo que por fallas técnicas, vandalismo o siniestros causen destrozos al arbolado.
5. Crear interés y participación comunitaria en los trabajos de producción de planta.

Parece ser que la situación de la ciudad de Guadalajara en cuanto a arbolado no tiene solución, por lo menos a corto plazo.

Una administración apropiada propicia el establecimiento de un - programa organizado de trabajo, presupuestos económicos razonables y un mecanismo de participación pública en la toma de desiciones en lo que se refiere a la dasonomía urbana.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

B I B L I O G R A F I A

LIBROS :

Bradshaw A.D. Y Mc Neilly T. 1985. Evolución y Contaminación.
Ed. Omega.

Briseño Muñiz J. 1984. Contaminación en Guadalajara. Ed. Universidad de Guadalajara. Instituto de Astronomía y Metereología.

Colinvaux Paul 1980. Introducción a la Ecología. Ed. Limusa.

Daubenmire R.F. 1979. Ecología Vegetal: Tratado de Autoecología de Plantas. Ed. Limusa.

Hernández Tejeda T. De Bayer, L.I. y Krupa S.V. 1982. Revista -
Chapingo Números 33 y 34

Hitchings R. David 1984. Prontuario de Dasonomía Urbana. Publicado por Arizona State Land Department. Forestry Division.
Phoenix, Arizona.

Lanzara Paola y Pizzetti Mariela 1985. Guía de Arboles. Ed. Grijalbo

De Lomnitz Larissa A. 1981. Como Sobreviven los Marginados. Ed.
Siglo Veintiuno.

Rapoport H. Eduardo; Díaz Bentacourt M.E.; López Moreno I. 1983.
Aspectos de la Ecología Urbana en la Ciudad de México.
Ed. Limusa.

SEDUE. Publicación en el periódico "El Informador". El domingo 16 de
marzo de 1986.

Still Henry 1975. El Animal Sucio. Ed. Salud y Belleza.

Storror H. John 1966. La Trama de la Vida. Ed. Brevarios del Fondo de Cultura Económica.

Sutton B. y Harmon P. 1977. Fundamentos de Ecología. Ed. Limusa.

Turk, Turk, Wittes 1984. Ecología, Contaminación, Medio Ambiente. Ed. Interamericana.

Turk, Turk, Wittes 1981. Tratado de Ecología. Ed. Interamericana.