



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE BIOMONITOREO DE OZONO
EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

MÓNICA VIÉTNICA ALEGRE GONZÁLEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

Directora de Tesis:
M. en C. XOCHITL CRUZ NÚÑEZ.

2005

m. 346245



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



SECRETARÍA NACIONAL
AZÍMUTAL
MEXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

PROGRAMA DE BIOMONITOREO DE OZONO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA
CIUDAD DE MEXICO

realizado por **Mónica Viétnica Alegre González**

con número de cuenta **8437478-5** , quien cubrió los créditos de la carrera de: **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M. en C. Xochitl Cruz Núñez

Propietario Biologo José Antonio Benjamín Ordoñez Díaz

Propietario Biologo Roberto Muñoz Cruz

Suplente Dr. Pablo Cicero Fernández

Suplente Dra. María de Jesús Ordoñez Díaz

Consejo Departamental de Biología FACULTAD DE CIENCIAS

M. EN C. JUAN MANUEL RODRIGUEZ CHAVEZ



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis no se hubiera desarrollado sin el impulso inicial del Geog. Carlos Sánchez Rivas, el Biol. Ivan Gidi, la Biol. Laura Flores, la Biól. Blanca Delgadillo, la Dra. María de Lourdes de la I. de Bauer y el Dr. Tomás Hernández Tejeda quienes de manera entusiasta y con mucha imaginación conformaron las bases de lo que posteriormente daría origen a un programa de trabajo conjunto entre la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y el Colegio de Posgraduados de Chapingo.

Agradezco, el apoyo incondicional del Ing. Rogelio González García y del Arq. Rene Altamirano por creer que este trabajo era posible y generosamente proporcionaron los recursos humanos y económicos para su realización.

Gran parte del trabajo de transporte, cuidado, distribución y colecta de las plantas se llevó a cabo con la ayuda de Ing. José Zaragoza, Alejandro Rivera, Francisco Rivera, Miguel Sánchez, Felipe Ángeles, Biól. Lilia García, Jorge Montaña, Ing. Mario Montaña, Ing. Carlos Silva, Dr. Víctor Hugo Páramo Figueroa y del M. en C. Francisco Hernández.

El proceso de almacenamiento de los datos y generación de reportes se llevó a cabo con la ayuda y enseñanza de mis compañeros Met. Pablo Escamilla, Met. Héctor Méndez, Ing. Francisco Téllez e Ing. Enrique Sánchez.

Los oportunos comentarios y orientación realizados por el Dr. John Skelly y el Dr. Sagar Krupa permitieron mejorar la metodología del presente trabajo y replantear algunos puntos de vista relativos a la operación del mismo.

Agradezco profundamente al Dr. Pablo Cicero Fernández quien nunca dejó de insistir en la conclusión de esta tesis. Sus comentarios, tolerancia, apoyo en el análisis de los datos y consejos fueron invaluable.

Para la M. en C. Xochitl Cruz Núñez, el Biól. Roberto Muñoz Cruz van también mis agradecimientos. Hemos compartido tanto, de tan diversas maneras, que esta tesis no es más que un pretexto más para consolidar la amistad que nos une.

Muchas gracias al Dr. Antonio Benjamín Ordóñez y la Dra María Ordóñez, quienes con su experiencia le han dado el toque final a este trabajo.

Finalmente, queda mi reconocimiento a mi padre, madre y hermanos. Como siempre lo he dicho, no soy más que el reflejo de lo que ellos me han enseñado.

Concluir esta tesis me permite cerrar un ciclo que he dejado abierto por mucho tiempo. A lo largo de este proceso, he tenido la oportunidad de crecer con la ayuda de la familia y de los amigos, que para mi fortuna son muchos, y deseo que sientan mi reconocimiento aún cuando no menciono sus nombres: **¡Muchas gracias!**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. CALIDAD DEL AIRE	11
2.1 LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO	11
2.2 MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZMCM	17
2.3 FORMACIÓN DEL OZONO	20
3. BIOMONITOREO	24
3.1 ORIGEN DEL USO DE LAS VARIETADES BEL-W3, BEL-C Y BEL-B COMO BIOINDICADORES	27
3.2 EFECTOS DEL OZONO EN LOS PROCESOS FISIOLÓGICOS DE LAS PLANTAS	28
3.3 LOS CAMINOS DE ENTRADA DEL OZONO A LAS CÉLULAS VEGETALES	32
3.3 RELACIÓN PLANTA - PATÓGENO – CONTAMINANTE	34
4. ESTUDIOS DE CASO	35
4.1 ESTUDIOS DE BIOMONITOREO - EXPERIENCIA INTERNACIONAL	35
4.2 TRABAJOS DE BIOMONITOREO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO	37
5. HIPOTESIS	39
6. OBJETIVOS	39
7. MATERIALES Y MÉTODO	40
7.1. ZONA DE ESTUDIO	40
7.2 SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.	44
7.3 DISEÑO DEL EXPERIMENTO	46
7.4 OBTENCIÓN DE LOS DATOS	49
7.5 INTEGRACIÓN DE BASES DE DATOS	49
7.6 ANÁLISIS DE LOS DATOS	50
8. RESULTADOS	51
8.1 RESPUESTA DE LAS VARIETADES A LA PRESENCIA DE OZONO	51
8.2 RESPUESTA DE LAS VARIETADES A LA PRESENCIA DE OZONO REGIONES DE LA ZMCM	55
9. DISCUSIÓN	60
10. CONCLUSIONES	63
11. BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	73
ANEXO I. PAÍSES QUE HAN DESARROLLADO PROGRAMAS DE BIOMONITOREO	73
ANEXO II. PRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS DE TABACO.	81

ANEXO III. MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DEL DAÑO PROVOCADO POR EL OZONO EN LAS HOJAS DE PLANTAS DE TABACO (<i>NICOTIANA TABACUM</i> L.), VIEDADES BEL-W3, BEL-C Y BEL-B.	82
ANEXO IV. FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA LAS PLANTAS DE TABACO (<i>NICOTIANA TABACUM</i> L.), VIEDADES BEL-W3, BEL-C Y BEL-B.	84
ANEXO V. BASE DE DATOS	85
ANEXO VI. PRUEBA DE TUKEY	102
ANEXO VII. EJERCICIO DE ESTIMACIÓN DE VALORES PROMEDIO DE 24 HORAS DE OZONO A PARTIR DE LOS PORCENTAJES REGISTRADOS POR BEL-W3.	108

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. ELEMENTOS QUE COMPONEN AL AIRE	11
CUADRO 2. LÍMITES PERMISIBLES CALIDAD DEL AIRE PARA MÉXICO	18
CUADRO 3. PERIODOS DE MUESTREO REALIZADOS DE 1990 A 1992	48
CUADRO AVI-1. PRUEBA DE TUKEY PARA VARIEDAD VS. LARGO DE LAS HOJAS	104
CUADRO AVI-2. PRUEBA DE TUKEY PARA VARIEDAD VS. ANCHO DE LAS HOJAS	105
CUADRO AVI-3. PRUEBA DE TUKEY PARA VARIEDAD VS. DAÑO DE LAS HOJAS	105
CUADRO AVI-4. PRUEBA DE TUKEY PARA ESTACIÓN VS. DAÑO DE LAS PLANTAS	106
CUADRO AVI-5. PRUEBA DE TUKEY PARA ESTACIÓN VS. DAÑO DE LAS HOJAS	106
CUADRO AVI-6. PRUEBA DE TUKEY PARA ESTACIÓN VS. DAÑO EN PLANTAS-VARIEDAD BEL-W3	107
CUADRO AVI-7. PRUEBA DE TUKEY PARA ESTACIÓN VS. DAÑO EN PLANTAS-VARIEDAD BEL-C	107
CUADRO AVI-8. PRUEBA DE TUKEY PARA ESTACIÓN VS. DAÑO EN PLANTAS-VARIEDAD BEL-B	107
CUADRO AVII-1. MEDIAS DEL PORCENTAJE DE DAÑO Y OZONO.	108
CUADRO AVII-2. RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN DE LAS MEDIAS DE PORCENTAJE DE DAÑO DE OZONO Y EL PROMEDIO DE LAS 24 HORAS DE OZONO	108
CUADRO AVII-3. CONCENTRACIONES ESTIMADAS DE OZONO PROMEDIO DE 24 HORAS	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución de las estaciones de monitoreo atmosférico en la ZMCM	19
Figura 2. Ciclo fotolítico del nitrógeno	21
Figura 3. Papel de los hidrocarburos en la formación del ozono	23
Figura 4. Mecanismos de acción de las células guardia.	30
Figura 5a. Propuesta de entrada del ozono a las células vegetales. Primer nivel de acción del ozono.	32
Figura 5b. Propuesta de entrada del ozono a las células vegetales. Segundo nivel de acción del ozono	33
Figura 5c. Propuesta de entrada del ozono a las células vegetales. Tercer nivel de acción del ozono	33

Figura 6. Vegetación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México	42
Figura 7. Ubicación de los sitios de muestreo	46
Figura 8. Ejemplo del diseño experimental utilizado para un sitio de muestreo	47
Figura. AIII-1. Guía utilizada para la asignación de porcentaje de daño observado en las plantas de tabaco.	83

INDICE DE FOTOS

FOTOS 1A –1E. EVOLUCIÓN DE UNA INVERSIÓN TÉRMICA EN LA ZMCM	14
FOTO 2. ARREGLO DE CÁMARAS DE SUPERFICIE ABIERTA UTILIZADAS EN UN ESTUDIO DE CAMPO PARA MEDIR LOS EFECTOS DEL OZONO EN CULTIVOS	27
FOTO 3. ESTOMA PARACÍTICO DE MALVÓN (<i>PELARGONIUM HORTORUM</i>)	28
FOTO 4. NUMERACIÓN DE LAS HOJAS A CONSIDERAR PARA LA MEDICIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LAS PLANTAS DE TABACO	49
FOTOS 5A – 5D. EJEMPLOS DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR OZONO EN LAS HOJAS DE TABACO EXPUESTAS EN LAS ESTACIONES DE PEDREGAL, MERCED Y TLALNEPANTLA.	58

INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. TENDENCIA DEL OZONO (1986 – 1999). PROMEDIO DE LOS 30 VALORES MÁXIMOS ANUALES	45
GRÁFICA 2. PORCENTAJE DE DAÑO REGISTRADO POR PLANTA Y VARIEDAD	51
GRÁFICA 3. PORCENTAJE DE DAÑO REGISTRADO POR HOJA Y VARIEDAD	52
GRÁFICA 4. ALTURA REGISTRADA DE LAS PLANTA POR VARIEDAD	53
GRÁFICA 5. PROMEDIO DEL LARGO POR HOJA Y VARIEDAD	54
GRÁFICA 6. PROMEDIO DEL ANCHO POR HOJA Y VARIEDAD	55
GRÁFICA 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS DAÑO DE LAS PLANTAS POR VARIEDAD Y SITIO DE MUESTREO	56
GRÁFICA 8. DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS DAÑO DE LAS HOJAS POR VARIEDAD Y SITIO DE MUESTREO	58
GRÁFICA 9. PORCENTAJE DE DAÑO REGISTRADO POR PLANTA, VARIEDAD Y ESTACIÓN	57
GRÁFICA 10. PORCENTAJE DE DAÑO REGISTRADO POR HOJA, VARIEDAD Y ESTACIÓN	59
GRÁFICA AVII-1. VALORES REALES Y ESTIMADOS DE PROMEDIO DE 24 HORAS DE OZONO	110

1. INTRODUCCIÓN

El problema de la contaminación del aire se presenta principalmente en aquellas ciudades y regiones en las que, debido al incremento de los asentamientos humanos y a las actividades económicas, existe una gran demanda de consumo de energía. Tal es el caso de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), la cual se encuentra conformada por 16 delegaciones del Distrito Federal y 18 municipios conurbados pertenecientes al Estado de Méxicoⁱ (Diario Oficial de la Federación, 1996).

En la ZMCM existen un conjunto de factores humanos que han propiciado el deterioro de la calidad del aire, entre los cuales pueden distinguirse la concentración y dinámica demográfica, la construcción de complejas estructuras viales, el centralismo de los servicios bancarios y administrativos, las características tecnológicas de la planta industrial, el estado mecánico, antigüedad y volumen de la flota vehicular que circula en la ZMCM, así como el tipo, calidad y volumen de combustibles consumidos (Lezama, 2000).

La situación geográfica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México es otro de los factores que influyen en forma determinante en la calidad del aire, debido a que dicha metrópoli se encuentra en una cuenca rodeada por cadenas montañosas que en su parte máxima alcanzan altitudes de 5,400 msnm lo que dificulta la circulación de las corrientes de vientos, así como la dispersión de los contaminantes emitidos a la atmósfera, que rebasan diariamente la capacidad de carga de esta cuenca. (Departamento del Distrito Federal, 1987). Por otro lado, al ubicarse la ZMCM a una altitud promedio de 2,240 msnm se tiene un contenido de oxígeno 23% menor al del nivel del mar, por lo que los procesos de combustión que se llevan a cabo en esta zona son menos eficientes. Otra consecuencia de la altitud es la intensa radiación solar que hace que la atmósfera

ⁱ Municipios de Atizapán de Zaragoza, Coacalco de Berriozábal, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, La Paz, Tecámac, Tlalneapantla de Baz, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad.

de esta cuenca sea sumamente reactiva para la formación de ozono y otros contaminantes secundarios (Lezama, 2000).

Se estima que en la ZMCM, el 75% de la contaminación ambiental se debe a las emisiones vehiculares; el 25% restante, es resultado de las emisiones industriales, residenciales, servicios, suelos y vegetación (Comisión Ambiental Metropolitana, 1996).

En la Ciudad de México la concentración de ozono rebasa, en la mayor parte del año, la norma mexicana de calidad del aire de 0.11 partes por millón y la máxima concentración de este contaminante durante el día se alcanza por lo general entre las 13 y 15 horas (Departamento del Distrito Federal, 1996; Gobierno de la Ciudad de México 2002).

El monitoreo de la calidad del aire permite conocer los niveles de los contaminantes primarios y secundarios y se constituye en una herramienta invaluable para el diseño de estrategias de control de la contaminación tanto regionales como locales.

Una forma alternativa de conocer la presencia de contaminantes en una zona es a través de la interpretación de los efectos ocasionados por la contaminación en la vegetación (Arndt, 1987). El uso de los bioindicadores vegetales comenzó a generalizarse en diferentes países con el propósito, en algunos casos, de conocer su efectividad como un método de interpretación de calidad del aire seguro y económico.

El uso de bioindicadores en programas de biomonitoreo no sustituyen el monitoreo realizado por muestreadores automáticos, sin embargo, el biomonitoreo puede aportar datos de la presencia y distribución de los contaminantes en el tiempo y en el espacio y los datos generados por medio de esta alternativa pueden servir para el planteamiento de las medidas de abatimiento y control de la calidad del aire (Posthumus, 1976).

El presente trabajo analiza los resultados obtenidos en el establecimiento de un programa de biomonitorio de ozono en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, a través del uso de plantas bioindicadoras de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B, con el fin de determinar la diferencia de susceptibilidad, medida como el daño provocado por el ozono en dichas plantas, así como la respuesta de las diferentes variedades por sitio de muestreo.

El desarrollo de este trabajo fue apoyado hasta su terminación por el Colegio de Postgraduados de Montecillos, Chapingo y la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

2. CALIDAD DEL AIRE

2.1 La calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

El aire que respiramos tiene una composición compleja y contiene alrededor de mil compuestos diferentes. El aire limpio y puro forma una capa de aproximadamente 500,000 millones de toneladas que rodea la Tierra y se compone de la siguiente manera:

Cuadro 1. Elementos que componen al aire

Elemento		Concentración aproximada
Nitrógeno	N	78.03% en volumen
Oxígeno	O	20.99% en volumen
Argón	Ar	0.94% en volumen
Hidrógeno	H	0.01 % en volumen
Neón	Ne	0.00123 % en volumen
Helio	He	0.0004% en volumen
Criptón	Kr	0.00005% en volumen
Xenón	Xe	0.000006% en volumen

Fuente: Ingeniería Ambiental, 2003

En menores concentraciones, el aire se conforma de metano (0.00025 % en volumen), óxido nitroso (0.00005 % en volumen) y vapor de agua en porcentajes variables (Ingeniería ambiental, 2003).

La calidad del aire se expresa mediante la concentración o intensidad de contaminantes, la presencia de microorganismos o la apariencia física (Lenntech, 2003).

Quadri *et al.* (1994), mencionan que la calidad del aire depende de los siguientes factores:

-
- Cantidad de energéticos consumidos en una zona determinada
 - Calidad de los combustibles
 - Tipos o estado y operación de equipos de combustión
 - Existencia y operación de tecnologías de control de emisiones tanto en vehículos como en la industria
 - Uso de suelo y características del mismo
 - Condiciones meteorológicas del área
 - Fisicoquímica atmosférica, que determina la formación o remoción de los diferentes contaminantes que interactúan entre sí o con los diferentes componentes del aire.

La Comisión Ambiental Metropolitana en su *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002 - 2010*, indica que la calidad del aire en esta región depende de los siguientes factores (CAM, 2002):

Altitud. Dado que la ZMCM se ubica a 2,240 msnm, el porcentaje de oxígeno en esta área es 23% menor al que se pueda encontrar a nivel del mar, lo que influye de manera importante en los procesos de combustión interna en vehículos automotores y/o procesos industriales. Asociado con la altura, se presenta la intensa radiación solar que favorece la formación del ozono (Figura 2).

Entorno montañoso. La ZMCM se encuentra rodeada por las sierras del Ajusco, Pachuca, Las Cruces y Nevada que impiden la circulación de los vientos con la correspondiente acumulación de las emisiones contaminantes provenientes de la ciudad.

Inversiones térmicas. La temperatura del aire en la atmósfera disminuye significativamente con la altura en una relación aproximada de 1°C por cada 100 metros de elevación (Master, 1997). Sin embargo, sucede que para un lugar específico con poca ventilación, como lo es un valle, la temperatura aumenta con la altura en ciertas capas de la atmósfera, provocando que al estar el aire más caliente por encima del aire más frío se presenten condiciones atmosféricas

estables. Esta condición se denomina inversión térmica. Este fenómeno meteorológico se puede presentar cualquier día del año y a cualquier hora del día y cobra importancia cuando los contaminantes que se emiten en un valle quedan acumulados en la zona baja de la atmósfera (INE, 2002). La secuencia de fotografías 1A - 1E, muestra un ejemplo de la evolución de una inversión térmica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Dichas fotografías fueron tomadas el 24 de noviembre de 2004.

La franja de color café que se observa en la foto 1A, es la acumulación de los contaminantes que se presenta como consecuencia de una inversión térmica. A partir de la información que se genera con radiosondeosⁱⁱ, se conoce con precisión la altura y grosor de las inversiones térmicas, de manera que al analizarse la información meteorológica, puede estimarse la hora aproximada en la que dicha inversión podrá “romperse”, es decir que se llevará a cabo la mezcla del aire caliente con el aire frío favoreciendo, en el caso de la ZMCM, la dispersión de los contaminantes acumulados (Fotos 1B y 1C).

Para las 13:00 horas (foto 1D) ya no se cuenta con una inversión térmica, de manera que los contaminantes llevan a cabo una dispersión acelerada. Finalmente para las 16:47 horas (foto 1E) la atmósfera de la ZMCM se presenta clara.

ⁱⁱ Un radiosondeo es la exploración que se hace de la atmósfera por medio de los globos sonda o radiosondas.

**Fotos 1A –1E. Evolución de una inversión térmica en la ZMCM
(24 de noviembre de 2004)**



Foto 1A. 9:38 horas



Foto 1B. 10:21 horas



Foto 1C. 12:12 horas



Foto 1D. 13:00 horas



Foto 1E. 16:47 horas.

La ZMCM tiene un importante aporte de contaminante primarios, tales como:

Monóxido de carbono (CO). Es un gas incoloro e inodoro que es resultado de la quema incompleta de combustibles fósiles. La mayor contribución de este contaminante está dada por las fuentes móviles. Las concentraciones horarias de CO en la atmósfera frecuentemente reflejan los patrones de circulación vehicular de un área.

Materia particulada. La materia particulada en la atmósfera es toda aquella materia sólida o líquida la cual puede tener tamaños que van de simples y pequeñas moléculas de $0.002\mu\text{m}$ a $500\mu\text{m}$. La materia particulada es extremadamente diversa y compleja tanto en su tamaño como en su composición química, así como también en las concentraciones presentes en la atmósfera. Las partículas de mayor impacto en la salud humana, tienen diámetros aerodinámicos en rangos de 0.1 a $10\mu\text{m}$.

Dependiendo del tamaño o de su fase la materia particulada puede clasificarse en partículas sólidas o líquidas. Las primeras son denominadas en muchas ocasiones como fumes, mientras que las partículas líquidas son conocidas como niebla.

Óxidos de azufre. Cerca del 80% de las emisiones de los óxidos de azufre antropogénico son resultado de la combustión de combustibles fósiles en fuentes estacionarias, tales como termoeléctricas. Un pequeño porcentaje (2%) es resultado de las fuentes vehiculares.

La quema de los combustibles fósiles da como resultado la emisión de dióxido de azufre, así como de pequeñas cantidades de trióxido de azufre. El trióxido de azufre puede reaccionar con las moléculas de agua de la atmósfera para formar moléculas de ácido sulfúrico que de manera inmediata puede convertirse en partículas para formar lo que se conoce como aerosoles sulfatados. Por otro lado

el ácido sulfúrico puede ser también lavado de la atmósfera por la acción de la lluvia.

Plomo (Pb). La mayor parte de las emisiones de este contaminante eran resultado de la quema de la gasolina con contenidos altos de este elemento, el cual se adicionaba a manera de aditivo. La disminución de la emisión de este contaminante en la atmósfera se inició al llevarse a cabo la introducción de convertidores catalíticos en los vehículos, así como en la introducción de mejores combustibles libres de plomo.

Óxidos de nitrógeno (NO_x). Existen dos fuentes de emisión de los óxidos de nitrógeno durante la quema de combustibles fósiles. Los óxidos de nitrógeno térmicos, que se crean cuando el nitrógeno y el oxígeno en el aire de combustión se calienta a temperaturas lo suficientemente altas para oxidar el nitrógeno. La otra forma es el óxido de nitrógeno de combustible, que es resultado de la oxidación de los compuestos de nitrógeno que están químicamente enlazados a las moléculas del combustible.

La mayor parte de las emisiones de los óxidos de nitrógeno están en forma de óxidos nítricos (NO) y estos a su vez pueden ser oxidados a dióxido de nitrógeno (NO₂) que puede reaccionar con los hidrocarburos en radiación solar para formar lo que se denomina como *smog* fotoquímico.

El dióxido de nitrógeno también puede reaccionar con los radicales hidroxilo en la atmósfera para formar ácido nítrico (HNO₃) el cual puede ser lavado de la atmósfera produciendo lo que se conoce como lluvia ácida.

Adicionalmente, se registran concentraciones importantes de contaminantes secundarios como el ozono cuya formación se describe más adelante en el presente trabajo.

2.2 Medición de la calidad del aire en la ZMCM

Para llevar un registro del comportamiento de estos contaminantes e informar con ello los posibles daños a la salud de la población, la calidad del aire de la ZMCM es monitoreada desde 1986, durante las 24 horas del día en todo el año.

El sistema de monitoreo atmosférico (SIMAT) está integrado por:

- a) *Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA)* conformada por 32 estaciones que miden de manera automática ozono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas suspendidas de fracción respirable (PM10).
- b) *Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA)*, que está integrada por 13 estaciones que miden las concentraciones de plomo, metales, partículas suspendidas totales (PST) y partículas suspendidas de fracción respirable (PM10).
- c) *Red de Depósito Atmosférico (REDDA)* a través de la cual, con sus 16 estaciones fijas ubicadas tanto en áreas urbanas como rurales y de conservación ecológica de la ZMCM, se lleva un seguimiento del fenómeno de la lluvia ácidaⁱⁱⁱ, así como de la depositación de sulfatos y nitratos. Ver figura 2. (CAM, 2002).
- d) *Red Meteorológica (REDMET)*, misma que está equipada con 10 torres remotas que cuentan con sensores de velocidad y dirección de viento, humedad relativa y temperatura ambiente.

ⁱⁱⁱ La lluvia normalmente tiene un pH ligeramente ácido (pH aprox. 5.6) debido al CO₂ presente en la atmósfera. Cuando la lluvia tiene valores de pH menores a 5.6 se le llama lluvia ácida. El pH de la lluvia puede disminuir por: fenómenos naturales como explosiones volcánicas, incendios forestales y actividades antropogénicas como es la quema de combustibles fósiles (SE, 2004).

- e) *Perfilador acústico (SODAR)* que mide los perfiles de viento en las direcciones horizontal y vertical de la troposfera baja, así como el perfil de la temperatura en la vertical; ver figura 2, (CAM, 2002).
- f) *Red de Radiación Solar (REDRAS)* que cuenta con 5 equipos de medición; 4 de éstos dedicados a la medición de radiación global total y uno a la medición de radiación fotosintéticamente activa; ver figura 2, (CAM, 2002).

En el siguiente cuadro se presentan los límites permisibles nacionales con los que se evalúa la calidad del aire en la ZMCM.

Cuadro 2. Límites permisibles calidad del aire para México

Contaminante Norma Oficial Mexicana	Valores límite			
	Exposición aguda Concentración y tiempo	Frecuencia máxima aceptable	Exposición crónica Concentración y tiempo	Frecuencia máxima aceptable
Ozono (O ₃) NOM-020-SSA1-1993 ^(a)	0.11 ppm (1 hora)	1 vez al año cada 3 años	0.08 ppm (máximo diario de promedios móviles de 8 horas)	4 veces al año
Monóxido de carbono (CO) NOM-021-SSA1-1993 ^(b)	11 ppm (máximo diario de promedios móviles de 8 horas)	1 vez al año	-----	-----
Bióxido de azufre (SO ₂) NOM-022-SSA1-1993 ^(b)	0.13 ppm (24 horas)	1 vez al año	0.03 ppm (promedio anual)	-----
Bióxido de nitrógeno (NO ₂) NOM-023-SSA1-1993 ^(b)	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año	-----	-----
Partículas Suspendidas Totales (PST) NOM-025-SSA1-1993 ^(b)	260 µg/m ³ (24 horas)	1 vez al año	75 µg/m ³ (promedio anual)	-----
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀) NOM-025-SSA1-1993 ^(b)	150µg/m ³ (24 horas)	1 vez al año	50 µg/m ³ (promedio anual)	-----
Plomo (Pb) NOM-026-SSA1-1993 ^(b)	1.5µg/m ³ promedio trimestral	-----	1.5µg/m ³ trimestral	-----

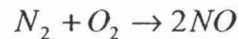
(a) Diario Oficial de la Federación del 30 de octubre de 2002.

(b) Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994.

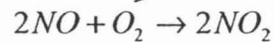
2.3 Formación del ozono

El ozono ha sido y es uno de los principales contaminantes con el que las autoridades ambientales locales y federales han tenido que lidiar en los últimos 17 años en la ZMCM. El ozono es el responsable de muchos de los efectos indeseables de la contaminación fotoquímica como son la irritación de mucosas en las personas, así como la disminución de la vida media de los materiales de goma y daños en la vegetación (Masters, 1997).

La formación de ozono involucra una serie de reacciones complejas en la atmósfera, de manera general y considerando algunas de las reacciones que involucran a los óxidos de nitrógeno sin tomar en cuenta por el momento la presencia de hidrocarburos en la atmósfera, se tiene que a partir de las emisiones de NO producidas por la combustión:

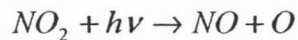


El óxido nítrico emitido puede oxidarse a NO_2 :



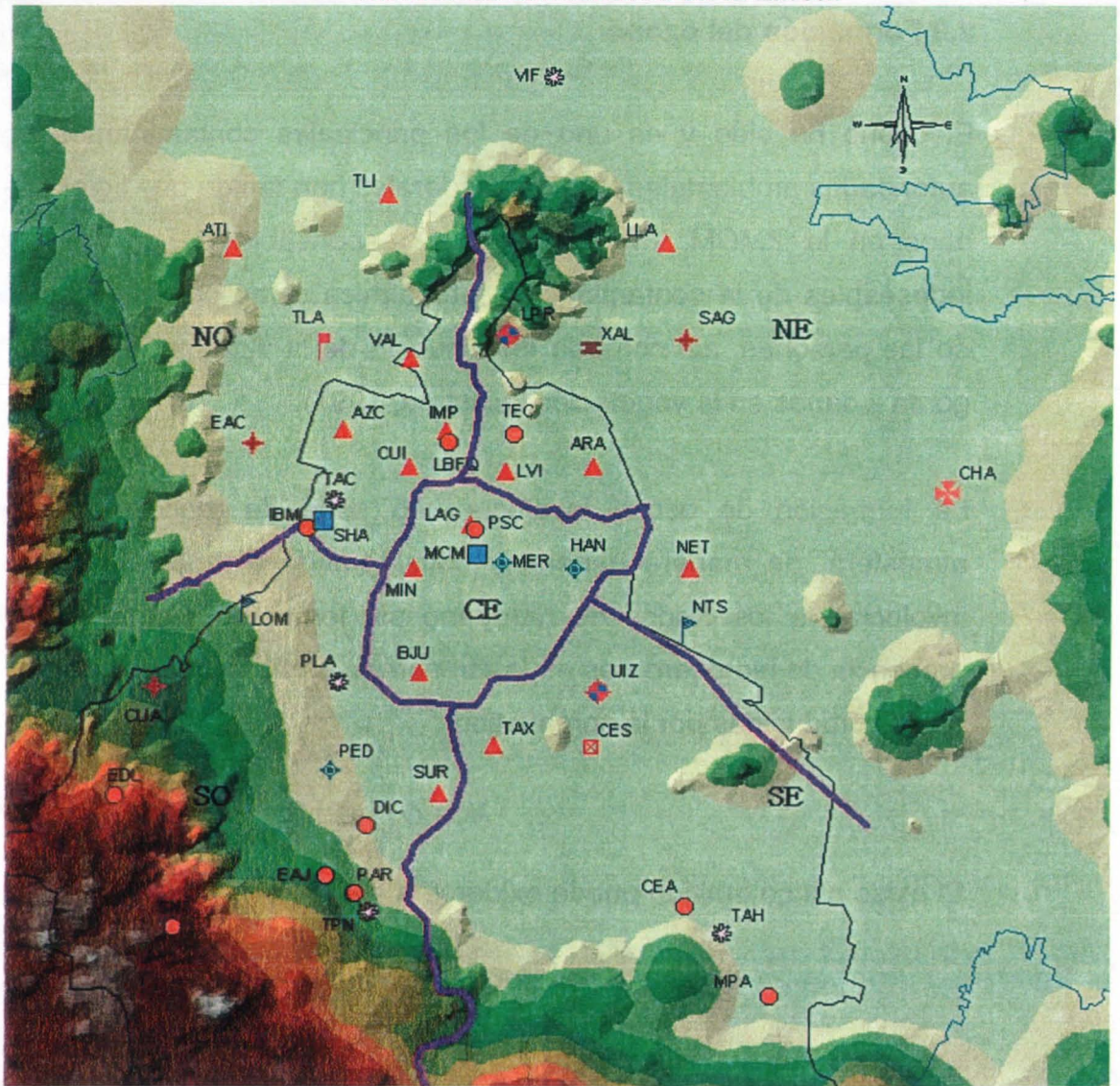
El oxígeno molecular O_2 , está presente en la atmósfera

En presencia de radiación solar, el NO_2 se fotoliza liberando una molécula de oxígeno que puede formar ozono tal como se presenta en las siguientes reacciones:



Donde: $h\nu$ representa un fotón ($\lambda < 0.38 \mu\text{m}$) y M representa una molécula que usualmente puede ser O_2 o N_2 , dado que son abundantes en el aire. Sin la presencia de M el ozono requiere de mucha energía para mantenerse estable y

Figura 1. Mapa de distribución de las estaciones de monitoreo atmosférico en la ZMCM



SIMBOLOGÍA	
▲	RAMA
●	RAMA, REDMA
⬇	RAMA, REDMA, REDDA, REDMET, REDRAS
⬆	RAMA, REDMA, REDMET, REDRAS
⊠	RAMA, REDMA, REDMET
*	RAMA, REDMET
⊠	RAMA, REDMA, REDDA, REDMET
●	RAMA, REDMET, REDRAS
⬆	REDDA
⬆	REDMA
⬆	REDMA, REDDA
⊠	RAMA, REDDA, RETMET, REDRAS

Abreviaturas:

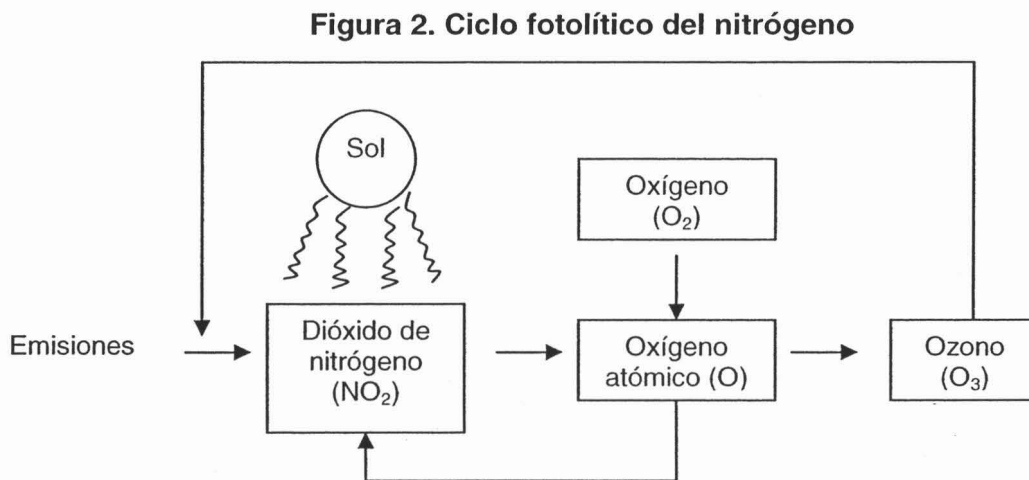
- RAMA: Red automática
- REDMA: Red Manual
- RETMAT: Red Meteorológica
- REDRAS: Red de Radiación Solar
- REDDA: Red de Depósito Atmosférico

Fuente: CAM, 2002.

se disocia fácilmente para convertirse en O y O_2 . Asimismo, el ozono puede convertir el NO a NO_2 de la siguiente forma:



Este ciclo de reacciones denominado como Ciclo fotolítico del nitrógeno se resume en la figura 2.

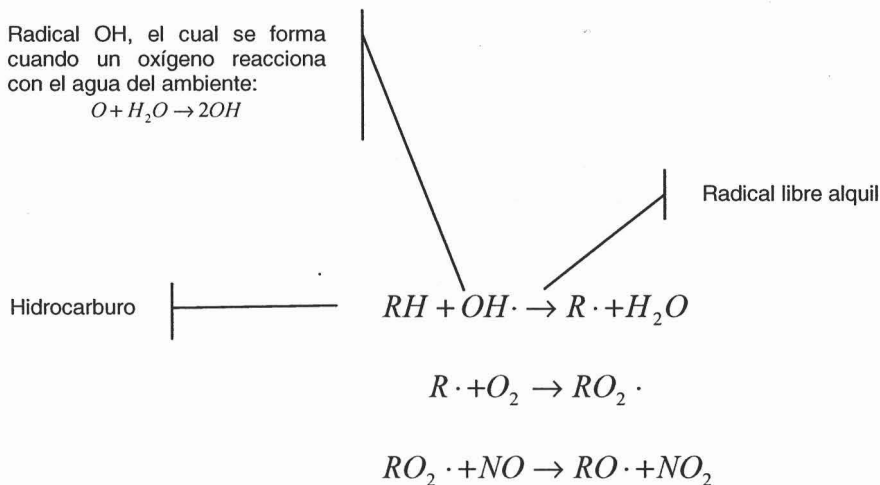


Fuente: Masters, 1997

El balance entre la producción y destrucción del ozono en el ciclo fotolítico del nitrógeno puede ser fácilmente modificado mediante la presencia de reacciones que incrementen la conversión de NO a NO_2 , de tal manera que al suceder lo anterior, las concentraciones de ozono se incrementa en la atmósfera ya sea por la poca presencia de NO necesario para la destrucción del ozono, o bien por el incremento en las concentraciones de NO_2 , que es parte importante para la formación de moléculas de ozono (Masters, 1997).

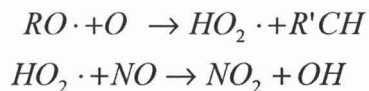
Los hidrocarburos o los compuestos orgánicos volátiles, forman parte fundamental en el incremento de la conversión NO a NO_2 , tal como se muestra en las siguientes reacciones:

Radical OH, el cual se forma cuando un oxígeno reacciona con el agua del ambiente:
 $O + H_2O \rightarrow 2OH$



La sola presencia de los hidrocarburos en la atmósfera para incrementar la formación del ozono no es suficiente, los radicales OH son también una parte importante en este proceso, ya que son el punto de partida de las reacciones con hidrocarburos.

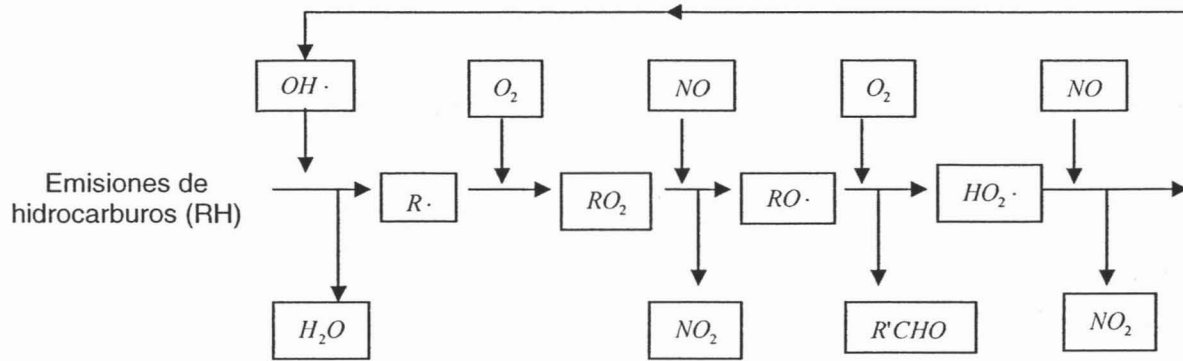
La formación de OH es:



A través de este proceso se obtienen radicales libres OH y se lleva a cabo la transformación de NO a NO₂.

La figura 3, muestra una de las formas en que los hidrocarburos actúan en el incremento de la conversión de NO a NO₂:

Figura 3. Papel de los hidrocarburos en la formación del ozono



Los niveles de ozono y óxidos de nitrógeno están estrechamente relacionados. Por la mañana, los niveles de óxidos de nitrógeno provenientes de las emisiones de los procesos de combustión en la industria y de los vehículos comienzan a incrementarse. Cerca del mediodía, los procesos de disociación provocados por el sol tienen como consecuencia el aumento de los niveles de ozono. La importancia que tienen las emisiones de hidrocarburos (HC) o NO_x en la formación del ozono depende de la razón de compuestos orgánicos volátiles (COV) a NO_x en la atmósfera (Molina, 2002).

3. BIOMONITOREO

El estudio de las plantas sensibles a los contaminantes fotoquímicos, así como su utilización para el monitoreo de los mismos, se realiza desde hace aproximadamente 30 años (Heggestad, 1991), cuando se observó la presencia de pequeñas manchas "cloróticas" en la parte superior de las hojas (abaxial) en cultivos de vid y de tabaco. Se ha logrado identificar que el daño se manifestaba también como una disminución en el crecimiento de las plantas y en la producción y tamaño de los frutos, lo cual está relacionado con la alteración de la asimilación neta fotosintética (Reich, 1985). En bosques la presencia de lesiones en los árboles como producto del impacto de la contaminación se reporta como la caída prematura de hojas, así como la presencia de daños visibles en las mismas (Departamento del Distrito Federal, 1996).

Las diferentes manifestaciones en sensibilidad de plantas fue otro de los puntos en los que se enfocaron muchos de los trabajos realizados, ejemplos de lo anterior son los estudios de Heggestad *et al.*, 1959; Bell *et al.*, 1975; Hernández *et al.*, 1981; Hernández *et al.*, 1984; Chacalo, 1989; Biondi *et al.*, 1992; Hernández, 1993; Gidi *et al.*, 1995; Karlsson *et al.*, 1995; Madkour *et al.*, 2002; Garty *et al.*, 2003; Klumpp *et al.*, 2003, entre otros y que se resumen en el cuadro del Anexo I.

Trabajos posteriores, resumen las evaluaciones de la respuesta de las plantas a condiciones controladas de laboratorio en las cuales las plantas son fumigadas con el contaminante a estudiar, a fin de determinar la concentración umbral en la cual comenzaban a presentar daños (Heck *et al.*, 1966; Beckerson *et al.*, 1979; Steinberger *et al.*, 1982; Bennet *et al.*, 1984; Mansfield *et al.*, 1984; Allen *et al.*, 1987; Herbert *et al.*, 1988; Krupa *et al.*, 1992; Sanders *et al.*, 1992; Kuik *et al.*, 1995; Peterson *et al.*, 1995).

La identificación de la respuesta de las plantas hacia los diferentes contaminantes a través de la medición de los porcentajes de daño puede utilizarse de manera indirecta para conocer la calidad del aire de una zona (Posthumus, 1976).

Spelleberg (en Manning, 1993), define la existencia de cuatro tipos de bioindicadores:

Centinelas. Plantas con respuestas específicas a un contaminante, que pueden ser introducidas en un área, como una forma de verificar la eficiencia de los programas de control existentes. Ejemplo de este tipo son las plantas de tabaco var. Bel-W3.

Detectores. Plantas nativas del área a estudiar cuyas respuestas foliares son típicas por la presencia de un contaminante. Ejemplo: cerezo negro (*Prunus serotina* Ehrh.) y Adelfilla (*Asclepias curassavica* L.).

Exploradoras. La presencia de estas plantas en un área, indican que la contaminación del aire ha cambiado la estructura de la comunidad, incrementándose la población de este tipo de planta. Ejemplo: líquenes y plantas tolerantes a metales pesados.

Acumuladoras. Plantas capaces de tomar y acumular los contaminantes, los cuales pueden ser determinados en forma cuantitativa. Ejemplos: musgos y líquenes. Por otro lado, Posthumus, 1985; las define como aquellas especies de plantas que pueden acumular en forma rápida y específica compuestos contaminantes, los cuales pueden ser determinados después de un tiempo a partir del material vegetal por medio de métodos físicos y químicos. Las mediciones de dichos compuestos dan una idea cuantitativa de la cantidad de contaminante acumulado en un período de tiempo (Arndt, 1985).

Cualquiera que sea la sensibilidad de las plantas el daño puede manifestarse de manera aguda o crónica. En el primero de los casos, el daño es resultado de la

exposición de las plantas a concentraciones altas de algún contaminante o mezcla de éstos durante períodos de tiempo cortos; mientras que los daños crónicos se originan por la exposición de la vegetación a la contaminación o a un contaminante en periodos de tiempo largos a concentraciones bajas (Heggestad *et al.*, 1959; Posthumus, 1976; Arndt, 1985; Bauer, 1986; Herbert *et al.*, 1988; Hernández, 1993; Manning, 1993).

Los efectos agudos se manifiestan como clorosis y necrosis en el tejido de las hojas, flores o frutos. Los efectos crónicos son responsables de los retardos y disturbios en el crecimiento de las plantas (Heck *et al.*, 1970; Linzon, 1971; Naveh *et al.*, 1978; Naveh *et al.*, 1979; Bauer, 1972; Hernández *et al.*, 1982; Hernández *et al.*, 1984; Posthumus, 1985; Arndt, 1987, Skelly *et al.*, 1987; Gidi *et al.*, 1988; Chacalo, 1989; Bauer *et al.*, 1990; Heggestad, 1991; Park, 1991; Biondi *et al.*, 1992; Krupa *et al.*, 1992; Manning, 1993; Heagle *et al.*, 1995; Koppe *et al.*, 1995).

La medición del daño puede llevarse a cabo a través del uso de métodos químicos y físicos en plantas que acumulan metales pesados o sulfatos en sus tejidos o por la apreciación del daño a través de la observación directa de los efectos visibles en las hojas, tallos y/o raíces.

Para que una planta indicadora pueda ser utilizada en estudios de biomonitorio se deberán considerar los siguientes aspectos (Manning, 1993):

1. La respuesta de las plantas al contaminante debe ser clara, lográndose distinguir los daños provocados por la presencia de hongos, bacterias, falta de agua y heladas, entre otros factores.
2. Garantizar la respuesta de la planta, asegurando que presente un contenido genético uniforme (para ello se utilizan variedades tales como las variedades Bel-W3, Bel-C o Bel-B de la especie *Nicotiana tabacum* L.).

3. Contar con una producción sencilla y rápida, asegurando la ausencia de enfermedades que puedan afectar la respuesta de las plantas.

3.1 Origen del uso de las variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B como bioindicadores

En 1959, en los cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) variedad Bel-W3 de la compañía americana *Cigarrera Consolidada* se descubrió la presencia de lesiones en ambos lados de las hojas. En investigaciones realizadas por la Universidad de Riverside en California se observó que la presencia de estas lesiones tenían una relación con altas concentraciones de ozono. Con base en lo anterior, el Instituto de Tecnología de California llevó a cabo una investigación en la que evaluó los efectos de las plantas a exposiciones continuas de ozono. Los resultados mostraron que las plantas de tabaco tienen una diferente sensibilidad al ozono, descubriéndose que la variedad denominada como Bel-C (proveniente del Valle de Connecticut) era mucho más sensible que la variedad identificada como Bel-B (Heggestad, 1991).



Foto 2. Arreglo de cámaras de superficie abierta utilizadas en un estudio de campo para medir los efectos del ozono en cultivos.

De esta forma se reconoce a la variedad Bel-W3 como la más sensible, la C como una variedad de sensibilidad intermedia y la B como una variedad de tabaco tolerante a la presencia de ozono.

Otros estudios con plantas de tabaco se orientaron a la investigación de la respuesta a diferentes concentraciones de ozono bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa en cámaras de campo como las que se aprecian en la foto 2 (Allen *et al.*, 1987; Bussoti *et al.*, 2003; Steinberger *et al.*, 1982; Tingey *et al.*, 1973; Heck *et al.*, 1966; Dunning *et al.*, 1977 y Mc Laughlin *et al.*, 1981).

Menser *et al*, 1963 reportan que la sensibilidad al ozono tiene una relación inversa con la madures de las hojas de las plantas de tabaco. En trabajos posteriores se observó que la dosis mínima de exposición a la que comienzan a presentarse daños visibles en las hojas de tabaco Bel-W3 es de 0.05 a 0.06 ppm en promedio de 2 a 3 horas de exposición (Menser *et al.*, 1976).

Krupa *et al.*, (1992), encontraron que la suma de todas las concentraciones horarias de ozono mayores a 0.04 ppm y 0.06 ppm son los mejores indicadores para predecir el daño foliar, aún cuando el valor de $r^2 = 0.31$ es bajo, pero estadísticamente significativo.

3.2 Efectos del ozono en los procesos fisiológicos de las plantas

El intercambio de gases entre las plantas y el medio se lleva a cabo a través de los estomas (Foto 3) los cuales son estructuras epidérmicas que constan de dos células en forma semicircular denominadas células guardia que a su vez delimitan un orificio llamado ostiolo que se hace mayor cuando las células guardia están turgentes (Park, 1991). Consta además de unas células anexas que rodean a las células guardia y cuya cantidad y disposición determina el tipo de aparato estomático^{iv} (UNNE, 2004).

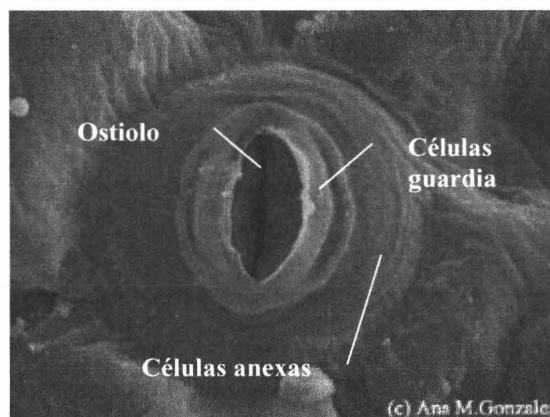


Foto 3. Estoma paracítico de Malvón (*Pelargonium hortorum*). MEB 4500x, (UNNE, 2004).

El número y tamaño de los estomas varía según las especies vegetales y se presentan predominantemente en el envés de la hoja (parte inferior). En promedio se encuentran 10,000 estomas por cm^2 de superficie foliar aunque, en el caso de

^{iv} Los aparatos estomáticos se clasifican en anomocítico (sin células anexas), paracíticos (que presenta dos células anexas que rodean al estoma, paralelas al eje mayor de las células guardia), diacítico (dos células anexas en ángulos recto con el eje mayor de las células guardia), anisocítico (tres células anexas, una claramente más pequeña que las otras dos), tetracítico (con cuatro células anexas), UNNE, 2004.

las cactáceas este número disminuye a 1,000 estomas por cm^2 de superficie foliar (Hernández, 2004).

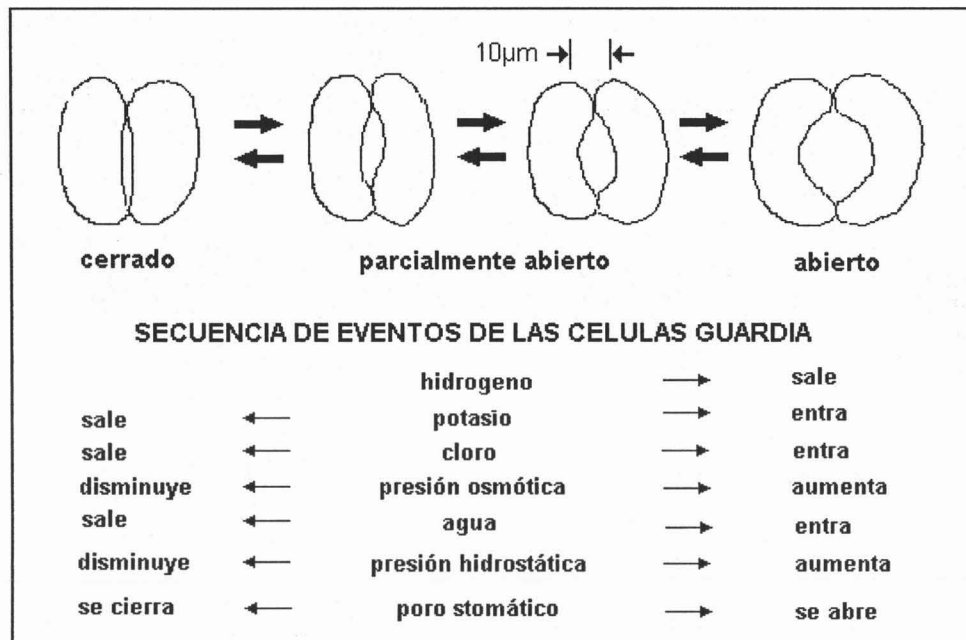
La apertura y el cierre de los estomas, dependen de los cambios en la turgencia de las células guardia y de las células anexas que traen como consecuencia un incremento en su tamaño. Las células guardia que son de forma arriñonada, tienen una serie de microfibrillas de celulosa que se extienden radialmente hacia fuera desde el poro en forma de abanico. Cuando las células guardia absorben agua aumentan su longitud. Las microfibrillas tiran la pared interna que bordea el poro con ellas, lo que produce la apertura del estoma (Hernández, 2004).

El grado de la apertura del estoma depende de las concentraciones de CO_2 en las células guardia, así como de los niveles de CO_2 en el aire que circula por la hoja. En condiciones diurnas, el CO_2 contenido en los espacios intracelulares de la hoja disminuye debido a su utilización en los procesos de fotosíntesis, lo que a su vez da como resultado un decremento en los niveles de CO_2 que se ubican en las células guardia, activando la apertura del estoma. El CO_2 puede entrar a la hoja y continuar así el proceso de la fotosíntesis. En ausencia de luz, el proceso de respiración que se lleva a cabo en la planta, generalmente mantiene los niveles altos de CO_2 en las hojas, permitiendo que se active el cierre de los estomas. (Park, 1991; Mansfield *et al.*, 1981).

Los estomas responden rápidamente a una iluminación con luz azul (longitud de onda de 400 a 700 nm), de manera que a la par de la respuesta al CO_2 la luz azul estimula la absorción de iones y la acumulación de potasio (K^+) y cloro (Cl^-). La sustancia receptora de la luz es un carotenoide cloroplástico conocido como zeaxantina. Durante el proceso de apertura estomática opera en la membrana de la célula guardia una ATP-asa que bombea protones hacia la parte externa o espacio apoplástico que rodea la célula guardia lo que genera un gradiente de potencial electroquímico que actúa como fuerza motora para la acumulación de iones. Como resultado de lo anterior se incrementa el flujo del agua hacia dentro de la célula guardia, lo que produce un aumento de la presión de turgencia y la apertura del estoma (Hernández, 2004; Park, 1991).

La figura 4 resume de manera esquemática los efectos provocados en la apertura de los estomas por la entrada y salida de los iones a las células guardia (Park, 1991).

Figura 4. Mecanismos de acción de las células guardia.



Debido a la falta de espacio en el tejido foliar las células que rodean a las células guardias presentan una resistencia física que se manifiesta como un mecanismo de control en la apertura del estoma. Con base en lo anterior se ha propuesto que las células adyacentes que rodean a las células guardia son sensibles a la presencia de un contaminante dando como resultado que la resistencia de éstas disminuya y las células guardia mantengan abierto el poro estomático por un lapso de tiempo mayor, lo que permite la entrada continua del contaminante al tejido foliar (Mansfield *et al.*, 1984; Beckerson *et al.*, 1979).

En estudios realizados bajo condiciones controladas de laboratorio, se ha observado por un lado, que la exposición a concentraciones de ozono mayores a 200 nl l^{-1} , en periodos cortos de tiempo provoca una interrupción de la pigmentación, inhibición de la fotosíntesis, ruptura de las células mesófilas de la

membrana y cambios en el contenido de proteínas de las hojas. Por otro lado, se ha observado que en especies o cultivos expuestos a concentraciones de ozono menores de 100 nl l^{-1} los efectos tales como la inhibición de la fotosíntesis se revierten una vez que la planta deja de estar expuesta al contaminante (Sanders *et al.* 1992).

La humedad relativa en el ambiente cumple también un papel importante en la apertura o cierre del poro estomático. Cuando el ambiente se mantiene seco, los estomas de las plantas permanecen cerrados evitando con ello una excesiva evaporación del agua contenida en la planta y al mismo tiempo se impide que el ozono entre al tejido foliar (Rich *et al.*, 1972). Por el contrario, cuando prevalece una alta humedad relativa, el estoma permanece abierto o bien el cierre es más lento, con lo cual la exposición del ozono se incrementa (Rich *et al.*, 1972). Treshow *et al.*, 1989, han reportado que a humedades relativas entre 35% y 73% la entrada del ozono es cuatro veces mayor, mientras que a humedades relativas del 90% las plantas se hacen menos sensibles. Otros estudios realizados en plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) variedad Bel-W3, pino virginia (*Pinus virginiana* Miller) y fresno blanco (*Fraxinus americana* L.) han mostrado que la sensibilidad al ozono aumenta cuando la humedad relativa es mayor del 60% (Price *et al.*, 1990).

Comparando la respuesta estomática en cultivos de tabaco sensibles a la presencia de ozono en ambientes secos y en ambientes con altos porcentajes de humedad relativa se observó que en ambos casos la velocidad de cierre de los estomas se realizaba en forma lenta a diferencia de aquellos cultivos de tabaco tolerantes a la presencia de ozono, en cuyo caso la velocidad de cierre de los estomas se incrementa cuando las plantas son sometidas a condiciones extremas de sequía (Rich *et al.*, 1972; Cooley *et al.* 1987).

La temperatura, al igual que la humedad relativa, tiene una fuerte influencia en la respuesta de las plantas a los contaminantes. Los intervalos de temperatura a los que la vegetación es más o menos sensible varían de acuerdo con la especie.

Con relación al tabaco, Shinora *et al.* (1975) reportaron mayor sensibilidad al ozono en plantas de tabaco Bel-W3 desarrolladas a temperaturas de 23°C que en aquellas que se conservaron a temperaturas de 13°C.

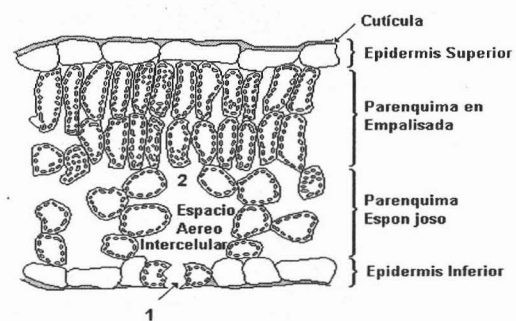
3.3 Los caminos de entrada del ozono a las células vegetales

El ozono puede reaccionar con una gran variedad de moléculas bio-orgánicas, así como con constituyentes inorgánicos de las células.

Una vez que el ozono entra al tejido foliar a través de los estomas (ver 1 en la Figura 5a), Treshow *et al.* (1989), proponen que este contaminante se disuelve en el agua de los espacios intercelulares (ver 2 en la Figura 5a) liberando el oxígeno junto con un número de radicales libres (HO_2^- , HO^* , OH^- , O^- y OH_2^-) los cuales pueden oxidar varios metabolitos y afectar algunos de los constituyentes de la membrana como son los grupos sulfhídricos, aminoácidos y ácidos grasos no saturados (Bennet *et al.*, 1984).

Una de las primeras membranas que es afectada por el ozono es el plasmalema o membrana plásmica, actuando sobre las cadenas de polipéptidos, aminoácidos y proteínas de la membrana. Figura 5b. (Treshow *et al.*, 1989).

Figura 5a. Propuesta de entrada del ozono a las células vegetales. Primer nivel de acción del ozono.



El ozono que no reacciona totalmente en los espacios intercelulares o en el plasmalema puede actuar directamente en los cloroplastos (A, Figura 5c) o en mitocondrias (B, Figura 5c), provocando en el caso de los cloroplastos la

interrupción de la fotosíntesis como resultado del efecto de ozono en las membranas de los tilacoides, debido posiblemente a la oxidación de los grupos sulfhídricos. Los efectos en las mitocondrias se reportan como una inhibición de los trabajos de fosforilación aunque la respuesta de estos organelos es menos impactante que en el caso de los cloroplastos (Treshow *et al.*, 1989).

Figura 5b. Propuesta de entrada del ozono a las células vegetales. Segundo nivel de acción del ozono

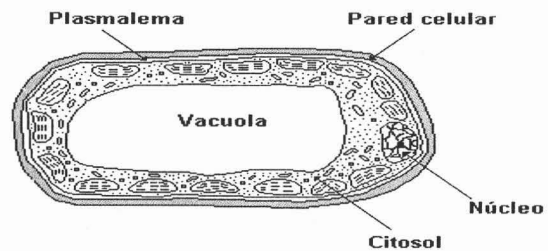
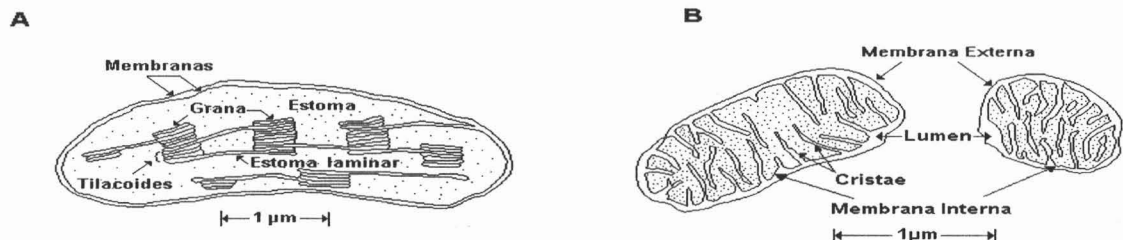


Figura 5c. Propuesta de entrada del ozono a las células vegetales. Tercer nivel de acción del ozono



La alteración de los procesos fotosintéticos en las plantas puede desencadenar, entre otras manifestaciones, que el crecimiento de los individuos se vuelva lento o que por el contrario, se presente un desarrollo acelerado del tallo en comparación con el sistema radicular (Treshow *et al.*, 1989). Una de las variedades cuyos datos muestran una drástica diferencia entre el tallo y la raíz es el tabaco Bel-W3 (Cooley *et al.*, 1987).

3.3 Relación planta - patógeno – contaminante

La presencia de lesiones necróticas en hojas y frutos provocadas por la exposición de la vegetación a ozono puede tener un efecto en las plantas al servir de acceso a enfermedades provocadas por insectos, hongos o virus (Manning *et al.*, 1970; Costonis *et al.*, 1972). Otros trabajos reportan la capacidad del ozono como agente inhibidor del crecimiento de hongos como *Penicillium expansum* Link, *Sclerotinia fructicola* (wint) Rehm, *Alternaria solana* (Ell. y Mart.) Jones y Grout, *Alternaria oleracea* (Schwein), *Helminthosporium sativum*, Pammel, King y Bakke, *Colletotrichum lindemuthianum*, (Sacc. & Magn.) Br. & Cav, *Botrytis cinerea* Pers. ex Nocca & Balb entre otras. Esta actividad inhibitoria no se presenta en las raíces de las plantas (Treshow, 1984).

La inhibición del crecimiento de microorganismos por la presencia de ozono fue observada mucho tiempo antes de reconocerlo como un contaminante. Con relación a los hongos, el ozono inhibe el crecimiento hifal y la formación de esporas que atacan el tallo del trigo (Treshow, 1984). Investigadores de la Universidad de California encontraron que las hojas de frijol y girasol infectadas con *Uromyces phaseoli* L. presentaron daños menores causados por el smog. La misma respuesta fue encontrada para las hojas de trigo inoculadas con *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, las cuales mostraron tener un menor daño que aquellas que no fueron inoculadas. Asimismo, las plantas de soya infectadas con *Fusarium oxysporum* incrementaron su sensibilidad al ozono al presentar un incremento en el daño foliar visible (Treshow *et al.*, 1989)

En algunas ocasiones el impacto del ozono en el hospedero es mayor y esto trae como consecuencia la predisposición de la planta a ser infectada por un hongo, v. gr., la papa, que es fácilmente atacada por *Botritis*, spp. (Treshow *et al.*, 1989).

4. ESTUDIOS DE CASO

4.1 Estudios de biomonitorio - experiencia internacional

El estudio de las especies bioindicadoras permitió a los investigadores realizar una serie de trabajos enfocados al aspecto ecológico y fisiológico de las mismas, lo cual sirvió de base para el desarrollo de lo que se conocería como biomonitorio. Dos de los países pioneros en este campo fueron Estados Unidos, con registros que datan desde 1960 y Alemania cuyos primeros reportes datan de 1972.

El desarrollo del biomonitorio tiene su posible origen en el trabajo de Heggstad y Middleton realizado en 1959 en Beltsville, Maryland, EUA, quienes después de haber expuesto plantas de tabaco al ambiente por períodos de tiempo de uno a tres días encontraron una relación significativa entre el efecto observado entre las plantas y las concentraciones de ozono (Heggstad, 1991; Heggstad *et al.*, 1959).

Con el tiempo las investigaciones dirigidas en este campo se enfocaron a diversos aspectos, tales como la determinación de valores umbrales para cada especie vegetal sensible, así como al diseño de cámaras de campo, para contar con un control de los factores ambientales tales como temperatura y humedad relativa.

En Europa, los primeros programas de biomonitorio fueron llevados a cabo por investigadores alemanes quienes desarrollaron una de las técnicas de exposición de mayor uso en Alemania y Holanda, la cual consiste en embonar los contenedores de las plantas a exponer dentro de un cilindro cuyo fondo contiene la cantidad de agua necesaria y evitar con ello el estrés hídrico en las plantas. El dispositivo se ubica en una caseta de armazón metálico cubierto con malla de mosquitero (de preferencia de color negro) por tres de sus lados y en la parte superior. Dicho diseño confiere al investigador un mejor manejo de las plantas y en comparación con las cámaras de campo, no requiere de una mayor inversión

para la fabricación y cuidado de dichas casetas (Arndt *et al.*, 1985; Arndt *et al.*, 1987; Posthumus, 1976).

Siguiendo de cerca los estudios realizados en Alemania, los investigadores ingleses adaptaron el biomonitoreo como una forma de comprobar si los cultivos localizados en los suburbios de Londres eran severamente dañados por los fotooxidantes generados en la ciudad. Así en el verano de 1972, se llevó a cabo una campaña con plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B a 32 Km. al oeste de la zona central de Londres, en donde las plantas se expusieron por tres semanas. Los resultados de este trabajo mostraron una correlación significativamente alta ($r = 0.749$ y una $p = 0.01$) entre los periodos de tiempo en que las concentraciones de ozono se mantuvieron por arriba de los 4 pphm y los porcentajes de daño observados en las hojas de la variedad Bel-W3. En el caso de las variedades Bel- C y Bel-B no se obtuvieron correlaciones significativas para dichas variables (Bell *et al.*, 1975).

Una de las experiencias de biomonitoreo más exitosa fue desarrollada por el Gobierno Holandés en 1984 (Posthumus, 1985). En este trabajo, el Ministerio de Salud Pública e Higiene Ambiental ubicó 40 sitios de biomonitoreo al oeste de Róterdam donde expusieron diferentes plantas tales como gladiolas (*Glandiolus gandavensis*, Van Houtte), tabaco (*Nicotiana tabacum* L., var. Bel-W3), alfalfa (*Medicago sativa*, L.), tulipanes (*Tulipa gesneriana*, L.) y petunias (*Petunia nyctaginiflora*, Juss.), entre otras. La campaña se llevó a cabo durante los meses de abril a noviembre de 1976 y la evaluación del daño se realizó una vez por semana. Con los datos obtenidos, se realizó el despliegue espacial de la información en mapas de distribución de los efectos ocasionados por el ozono en las plantas y se observó que en la mitad Oeste de Holanda, se manifestaban mayores efectos en la vegetación que en la mitad Este.

De acuerdo con Posthumus (1985), la información de una red plasmada en mapas es útil para la elaboración de programas internacionales de biomonitoreo que involucren a otros países donde se desarrollen trabajos similares.

Actualmente, el Servicio Forestal de los Estados Unidos lleva a cabo como parte del Programa de Monitoreo de Salud Forestal un programa de biomonitorio de ozono nacional, el cual fue instrumentado en respuesta de la recomendación de la comunidad científica de ese país sobre la necesidad de definir una norma secundaria que proteja a las plantas del daño provocado por el ozono (USDA, Forest Service, 2003). Este trabajo a nivel nacional es relativamente reciente en comparación con las experiencias de investigación *ad hoc* realizadas por algunos estados como es el caso de Wisconsin, que desde 1985, lleva a cabo un programa de biomonitorio para analizar los efectos del ozono en sus cultivos, bosques y plantas nativas (Wisconsin Department Natural Resources, 2003).

El uso de especies nativas o cultivos tienen la ventaja de que no se requiere de una producción constante de plantas para el biomonitorio. Este trabajo depende en gran medida de la determinación de los daños crónicos en las especies consideradas (Heagle *et al.*, 1987).

4.2 Trabajos de biomonitorio en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

En la ZMCM, los primeros trabajos de biomonitorio datan de 1971, cuando se expusieron cinco especies de plantas en seis zonas de su área urbana y su periferia (Bauer, 1972; Bauer *et al.*, 1986). Las plantas utilizadas en ese estudio fueron lechuga (*Lactuca sativa*, L. var. Parris Island), espinaca (*Espinacea oleracea*, L. var. Viroflay), fríjol (*Phaseolus vulgaris*, L. var. Africana) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L. var. Bel-W3).

Los resultados mostraron que las especies de tabaco y fríjol fueron las más sensibles al presentar una sintomatología típica inducida por ozono (presencia de un punteado blanquecino en el envés de la hoja). Por otro lado, el fríjol al igual que las plantas de lechuga y espinaca, presentaron daños característicos por peroxiacetilnitrato (bronceado metálico en el envés de la hoja). En áreas de

estudio cercanas a zonas industriales se observaron lesiones intervenales y daño en el margen de las hojas que se atribuyen a la presencia de bióxido de azufre.

En 1976 Krupa y Bauer observaron en el Parque Nacional del Ajusco que las especies de pino *Pinus hartwegii*, Lindl. y *Pinus leiophylla*, Schltdl. et Cham; mostraban en las pínulas de un año de edad un bandeado típico provocado por ozono. Este trabajo también concluye que *P. hartwegii*, Lindl. Es más sensible que *P. Leiophylla*, Schltdl. et Cham; (Bauer *et al.*, 1990).

Hernández *et al.* (1981), señala que en 1980 Krupa, Bauer y Hernández realizaron una serie de recorridos exploratorios en el Ajusco que culminaron en el análisis del daño ocasionado por ozono en las especies *Pinus hartwegii*, Lindl. y *Pinus montezuma*, Lindl. En dicho trabajo, además de realizarse la evaluación visual de las hojas, se hicieron cortes histológicos a las pínulas de *Pinus hartwegii* en las que se pudo apreciar que el tejido de floema se encontraba colapsado. Paralelamente a la evaluación en pinos se expusieron plantas de avena (*Avena sativa*, L.). El análisis histológico mostró una "contracción de las paredes celulares además de plasmólisis de las paredes del mesófilo y de las células adyacentes a las zonas estomales".

Las especies vegetales que se han utilizado con mayor frecuencia como indicadores a la presencia de contaminantes atmosféricos, tales como el ozono, bióxido de azufre y bióxido de nitrógeno son el frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.), pino (*Pinus spp*), gladiola (*Gladiolus spp.*), maíz (*Zea spp.*), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), pasto (*Poa annua*, L), abeto (*Picea spp.*), petunia (*Petunia auxilaria*, Lam), jitomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.) y trébol (*Trifolium spp*); mientras que las briofitas y líquenes han resultado ser excelentes para la identificación de metales pesados y azufre. El anexo I presenta un resumen de las especies vegetales utilizadas como bioindicadores. En dicho cuadro se aprecia que en el caso del uso del tabaco se cuenta con una gran diversidad de trabajos en campañas anuales o bien como parte de programas permanentes.

Con base en las experiencias obtenidas de los trabajos anteriormente descritos, personal de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y el Colegio de Postgraduados iniciaron un programa de biomonitorio en el que se utilizaron plantas de tabaco como indicadores de la presencia de ozono. La primera etapa de dicho programa, desarrollada de 1988 a 1989, fue útil para definir la metodología instrumentada en una segunda etapa, realizada de 1990 a 1992. Algunas de las diferencias importantes entre estas etapas fueron el número de estaciones consideradas. A diferencia de la primera etapa en la que se consideraron 5 estaciones, el periodo 1990- 1992 contempló 3 estaciones, con lo cual se tuvo mayor control en el cuidado de las plantas. Otro factor importante que mejoró el trabajo, fue la instalación, a mediados de 1989, de unos filtros de carbón activado en el invernadero, con los cuales se aseguró la producción de las plantas en condiciones libres de ozono.

El presente trabajo de tesis presenta la metodología y resultados obtenidos en la segunda etapa de trabajo del programa de biomonitorio.

5. HIPOTESIS

El daño ocasionado por el ozono en las plantas de tabaco variedad Bel-W3, Bel-C y Bel-B es diferente, bajo las condiciones de exposición en la atmósfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

6. OBJETIVOS

1. Evaluar las diferencias de respuesta de las variedades de tabaco Bel-W3, Bel-C y Bel-B a la presencia de ozono, a través de la medición del porcentaje de área foliar dañada.
2. Comparar la respuesta de daño de las plantas de tabaco por variedad y por región de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Con base en las experiencias obtenidas de los trabajos anteriormente descritos, personal de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y el Colegio de Postgraduados iniciaron un programa de biomonitorio en el que se utilizaron plantas de tabaco como indicadores de la presencia de ozono. La primera etapa de dicho programa, desarrollada de 1988 a 1989, fue útil para definir la metodología instrumentada en una segunda etapa, realizada de 1990 a 1992. Algunas de las diferencias importantes entre estas etapas fueron el número de estaciones consideradas. A diferencia de la primera etapa en la que se consideraron 5 estaciones, el periodo 1990- 1992 contempló 3 estaciones, con lo cual se tuvo mayor control en el cuidado de las plantas. Otro factor importante que mejoró el trabajo, fue la instalación, a mediados de 1989, de unos filtros de carbón activado en el invernadero, con los cuales se aseguró la producción de las plantas en condiciones libres de ozono.

El presente trabajo de tesis presenta la metodología y resultados obtenidos en la segunda etapa de trabajo del programa de biomonitorio.

5. HIPOTESIS

El daño ocasionado por el ozono en las plantas de tabaco variedad Bel-W3, Bel-C y Bel-B es diferente, bajo las condiciones de exposición en la atmósfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

6. OBJETIVOS

1. Evaluar las diferencias de respuesta de las variedades de tabaco Bel-W3, Bel-C y Bel-B a la presencia de ozono, a través de la medición del porcentaje de área foliar dañada.
2. Comparar la respuesta de daño de las plantas de tabaco por variedad y por región de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

7. MATERIALES Y MÉTODO

7.1. Zona de estudio

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México se ubica a 2,240 metros sobre el nivel del mar entre los paralelos 19°01'18" y 29°09'12" de latitud norte y los meridianos 98°31'58" y 99°30'52" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

La ZMCM se encuentra rodeada al oriente por la Sierra Nevada, al poniente por la Sierra de las Cruces que separa a los valles de México y Toluca, al sur por las serranías del Cerro del Ajusco y el Chichinautzin.

Considerando la clasificación universal de Köppen y dadas las dimensiones del área de trabajo, pueden reconocerse dos tipos de climas, el semiárido en la porción centro y noreste de la planicie de la cuenca (BS) y el templado subhúmedo de las partes sur y poniente con precipitaciones anuales de 800 a 1000 milímetros (Jáuregui, 2000). El clima está determinado por los sistemas atmosféricos tropicales provenientes del Pacífico, Caribe y el Golfo de México, así como por las tormentas de aire frío procedentes del norte del continente americano. Lo anterior origina dos regímenes climatológicos, un periodo frío con lluvias escasas y la estación de lluvias presente de mayo a octubre. Los meses de mayor calor se ubican en el trimestre de marzo a mayo. (Jáuregui, 2000).

La temperatura varía aproximadamente en 10°C entre centro de la ciudad y los suburbios. La temperatura presenta una media anual de 16°C con máximos de 33°C y temperaturas mínimas de 7°C (Jáuregui, 2000).

La circulación de los vientos en la ZMCM se rige por las grandes corrientes regionales (vientos del oeste durante el invierno y alisos húmedos del este durante el resto del año). Adicionalmente, la geografía del área de estudio influye para que se presente una circulación local de vientos de valle durante el día y de montaña por la noche y al amanecer. Debido a la interacción de estos dos patrones de

circulación, la dirección matinal de los vientos predominantes en el centro y oriente de la ciudad presentan una dirección del norte, noreste y este. Por las tardes, los vientos que prevalecen son del sur, oeste y noroeste en los meses secos, mientras que en la época de lluvias predominantemente son dirección noreste y noroeste (Jáuregui, 2000).

Con relación a la vegetación (Figura 6), se presenta una alta biodiversidad como resultado de la confluencia de las provincias neártica y neotropical, así como de su compleja topografía (Pisanty, 2000). Los principales tipos de vegetación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México son los bosques de *Pinus*, *Quercus*, *Abies* y bosques mixtos (Nava, 2003).

El bosque de pino se ubica principalmente en las cumbres de las sierras Nevada, Río Frío, Ajusco, Las Cruces y Monte Alto. En éstos últimos tres complejos volcánicos la vegetación de pino predominante, *Pinus hartwegii*, Lindl., se encuentra afectada por la acción del hombre de manera que los bosques de esta especie se han reducido a manchones dispersos.

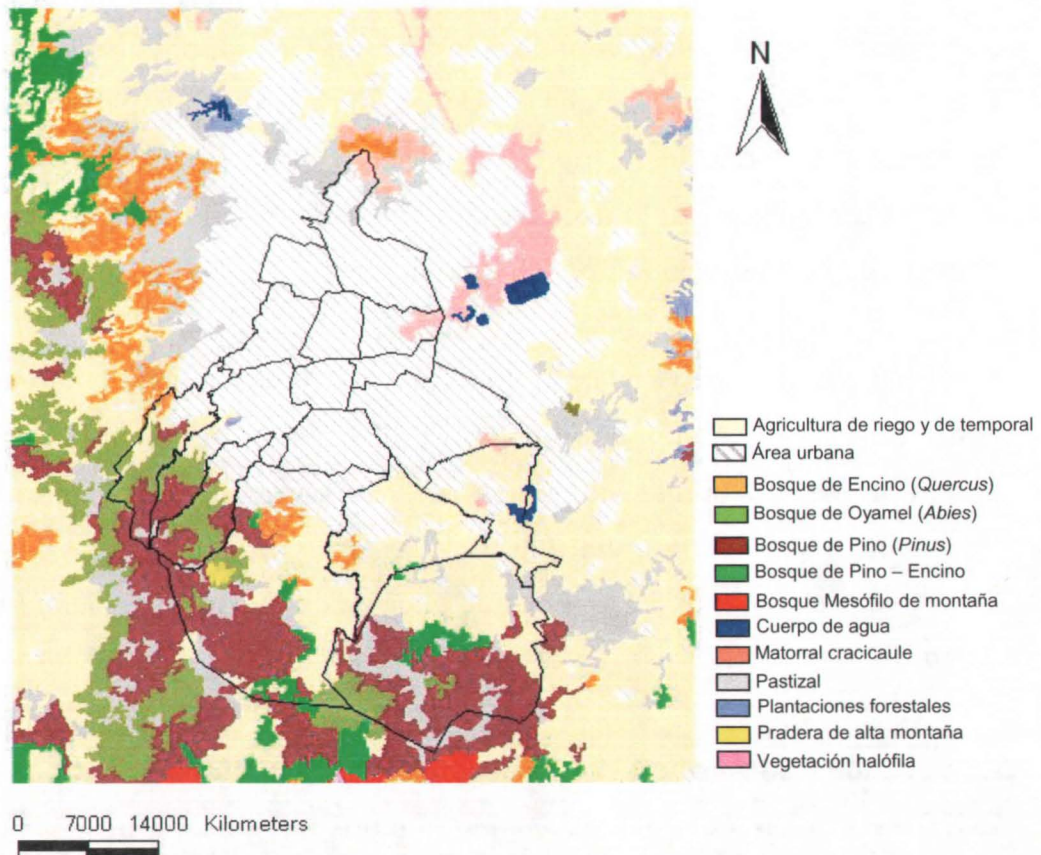
Los bosques de *Abies* (oyamel) forman manchones amplios, densos y continuos con árboles de buen tamaño que van de los 20 a 40 metros de altura. Su mayor cobertura se encuentra contenida en los parques nacionales de Iztacihualt-Popocatepetl, Cumbres del Ajusco, Desierto de los Leones, El Chico y los Dínamos. Este bosque incluye varias asociaciones con *Pinus leiophylla*, Schltdl. et Cham *Pinus montezumae*, Lindl. y *Pinus rudis*, Ende. (Melo y Alfaro, 2000).

Los bosques de encino se establecen sobre taludes serranos por debajo de los 2,500 msnm en donde predominantemente se encuentran poblaciones de *Q. laeta*, Liebm, *Q. deserticola*, Trel., *Q. crassipes*, H. & B. y *Q. obtusata*, Humb. & Bonpl. A altitudes mayores que van de los 2,500 a 3,100 msnm las especies de encino que prevalecen son *Q. rugosa*, Br. & Bouche; *Q. laurina*, Humb. et Bonpl; *Q. mexicana*, f. *glabrata* Trel; y *Q. crassifolia*, Humb. et Bonpl. En dichas poblaciones puede observarse la presencia de *Arbutus xalapensis*, Kunth y

Juniperus spp. La mayor parte de los bosques de encino han sido eliminados de su hábitat original, logrando encontrar poblaciones semiconservadas en las estribaciones bajas de las principales serranías (Melo y Alfaro, 2000).

Otra población arbórea importante que se localiza en la ZMCM es el bosque de *Juniperus*, el cual se localiza en la porción noroeste en áreas cuya precipitación pluvial oscila entre los 700 a 800 mm anuales y las temperaturas más altas son de 11 y 14°C. Este bosque va ganando terreno conforme retroceden las poblaciones de pino y encino (Melo y Alfaro, 2000).

Figura 6. Vegetación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



La vegetación arbustiva se caracteriza por ser húmedo-subhúmedo y xerófila. Los matorrales húmedos-subhúmedos se distribuye principalmente al sureste de la cuenca del complejo serrano Las Cruces- Monte Alto y Monte Bajo. Las especies

predominantes son la escobilla (*Baccharis conferta*, HBK), tepozanes (*Buddleia cordata*, HBK y *B. Lanceolata*, HBK), jarrilla (*Senecio salignus*, D.C.), encinares chaparros y pastos. En áreas perturbadas, se presentan invasiones de nopal (*Opuntia* spp.), uña de gato (*Mimosa acanthocarpa*, (Willd.) Benth) y pirul (*Schinus molle*, L.), (Melo y Alfaro, 2000).

En cuanto a la vegetación xerófila, se tiene los siguientes tipos (Melo y Alfaro, 2000):

- El matorral de *Senecio praecox*, (Cav.) DC. acompañado de tepozan (*Buddleia*, spp.), nopal (*Opuntia* spp.) y algunas gramíneas, ubicándose en los suelos rocosos del Xitle y Xiconte.
- Matorral compuesto por *Opuntia streptacantha*, Lem., *Zaluzania angusta*, (Lag.) Schultz Cronquist y *Mimosa biuncifera*, Benth, cuya distribución actual se restringe a promontorios cerriles y laderas de las sierras Patlachique, Tezontlalpan, Tepozán y Los Pitos.
- Matorral de *Hechtia podantha*, Mez, el cual se distribuye al talud inferior de la sierra de Pachuca.

Otro tipo de vegetación importante son los pastizales, los cuales se ubican principalmente en el fondo de las planicies y taludes bajos de las serranías, así como en los suelos salinos y sódicos de los antiguos vasos lacustres de Zumpango y Texcoco (Melo y Alfaro, 2000).

La ZMCM cuenta con poblaciones arbóreas exóticas utilizadas en programas de reforestación, compuestas por *Eucaliptus globulus*, Labill y *Casuarina* spp. Con las que de manera natural se asocia el pirul y tepozan. Las áreas reforestadas con estas especies exóticas son las sierras de Xochitepec, Guadalupe y Santa Catarina, los cerros de la Estrella y Zacatépectl, así como los taludes inferiores de la sierra de las Cruces y de Monte Alto (Melo y Alfaro, 2000).

Finalmente se pueden encontrar superficies agrícolas, las cuales se distribuyen de manera irregular en las diferentes delegaciones y municipios que conforman a dicha zona metropolitana. Estas áreas han disminuido en su superficie debido a las actividades antropogénicas (Pisanty, 2000).

7.2 Selección de los sitios de muestreo.

Se seleccionaron 3 sitios de muestreo, los cuales se localizaron al noroeste, centro y suroeste de la ZMCM.

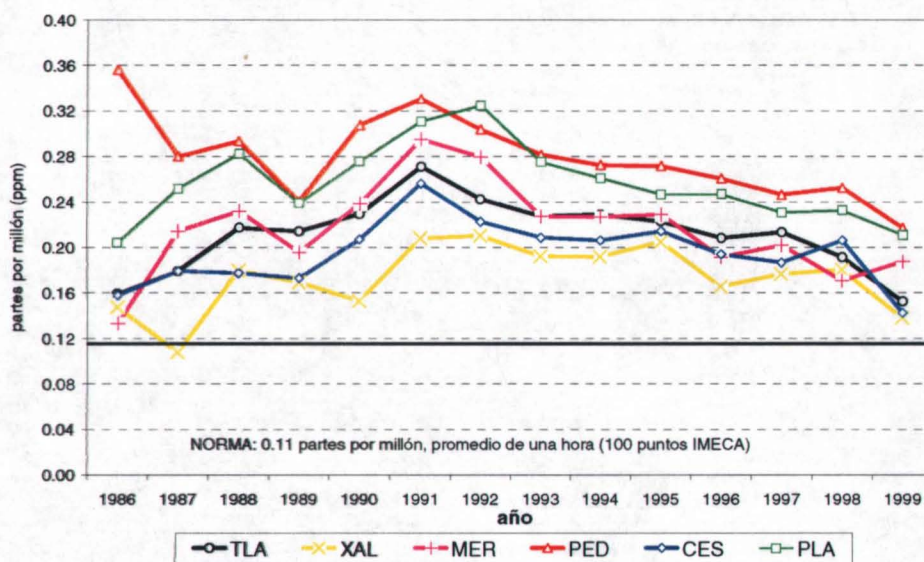
Los criterios que se consideraron para la ubicación de los puntos de muestreo fueron:

a) *Distribución espacial de las concentraciones de ozono*

Se presenta en la gráfica 1 la tendencia del ozono en el periodo 1986 - 1999, la cual fue construida con el promedio de las 30 concentraciones máximas anuales de este contaminante considerando seis estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico. Las concentraciones de este contaminante superan el valor de referencia de la norma de calidad del aire de 0.11 partes por millón, promedio de 1 hora. El año de 1991 presenta los mayores registros de ozono del período 1986 – 1999, iniciándose una disminución de este contaminante a finales de 1992 (ver gráfica 1). Las concentraciones más altas de ozono se registran en las estaciones de Pedregal y Plateros, las cuales se ubican en la zona suroeste de la ZMCM. Las estaciones Merced y Tlalnepantla, localizadas en el centro y noroeste de la ZMCM, respectivamente, presentan concentraciones intermedias de este contaminante, mientras que las estaciones Cerro de la Estrella y Xalostoc, localizadas en la parte oriente de la ciudad, se identifican como las estaciones de menor concentración de ozono en comparación con las anteriormente descritas.

Según datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, en el período de 1993 a 2001 se registraron 38 contingencias ambientales por ozono de las cuales más del 60% se presentaron en el suroeste de la ZMCM y el resto en la zona noroeste (CAM, 2002). Para el caso de las partículas fracción respirable o PM10 se han registrado 2 contingencias en Fase I para este contaminante (concentraciones mayores a 175 puntos IMECA)^{vi}.

Gráfica 1. Tendencia del ozono (1986 – 1999). Promedio de los 30 valores máximos anuales



b) Presencia de un monitor automático de ozono.

En el noroeste se utilizaron las instalaciones de la estación de monitoreo automático de Tlalneplantla, mientras que en el centro y suroeste dichos sitios se ubicaron en las estaciones de Merced y Pedregal, respectivamente. La figura 7 muestra la ubicación y una breve descripción de los de las estaciones automáticas consideradas para la realización de los muestreos.

^v Indicador que ilustra el comportamiento de las concentraciones críticas anuales con valores que superan el límite que establece la Norma Oficial Mexicana.

Figura 7. Ubicación de los sitios de muestreo

TLALNEPANTLA

Coordenadas
 Latitud 19° 31' 42.229"
 Longitud 99° 12' 15.233"

Entorno:

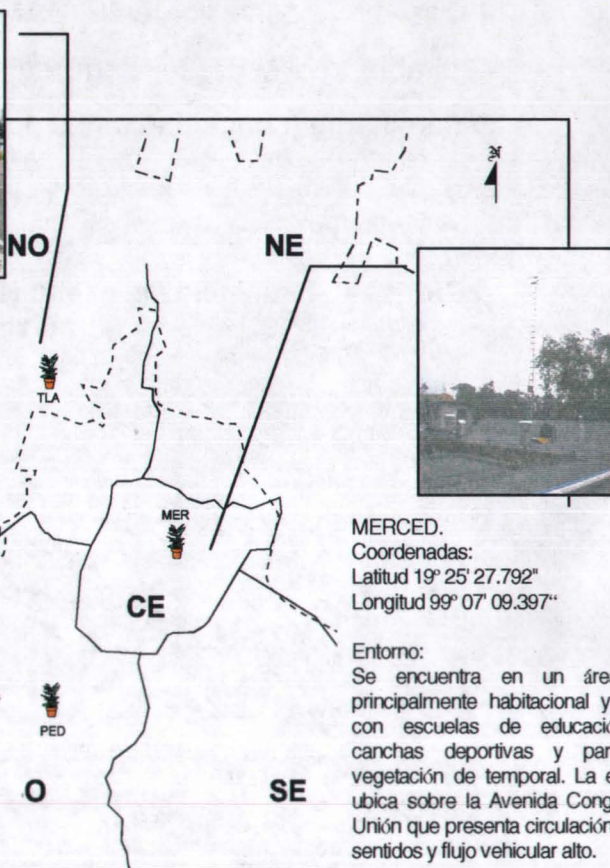
Área urbana principalmente habitacional con algunos comercios y servicios que presenta un flujo vehicular moderado de autos particulares, taxis, colectivos, microbuses, camiones de carga y pick-up. A un Km de la estación, en dirección de noroeste a este, se encuentra una zona industrial y de



PEDREGAL
 Coordenadas:
 Latitud 19° 19' 29.045"
 Longitud 99° 12' 13.377"

Entorno:

Área urbana-habitacional con vialidades que presentan flujo vehicular bajo de autos particulares y autobuses escolares.



MERCED.
 Coordenadas:
 Latitud 19° 25' 27.792"
 Longitud 99° 07' 09.397"

Entorno:

Se encuentra en un área urbana, principalmente habitacional y comercial con escuelas de educación básica, canchas deportivas y parques con vegetación de temporal. La estación se ubica sobre la Avenida Congreso de la Unión que presenta circulación en ambos sentidos y flujo vehicular alto.

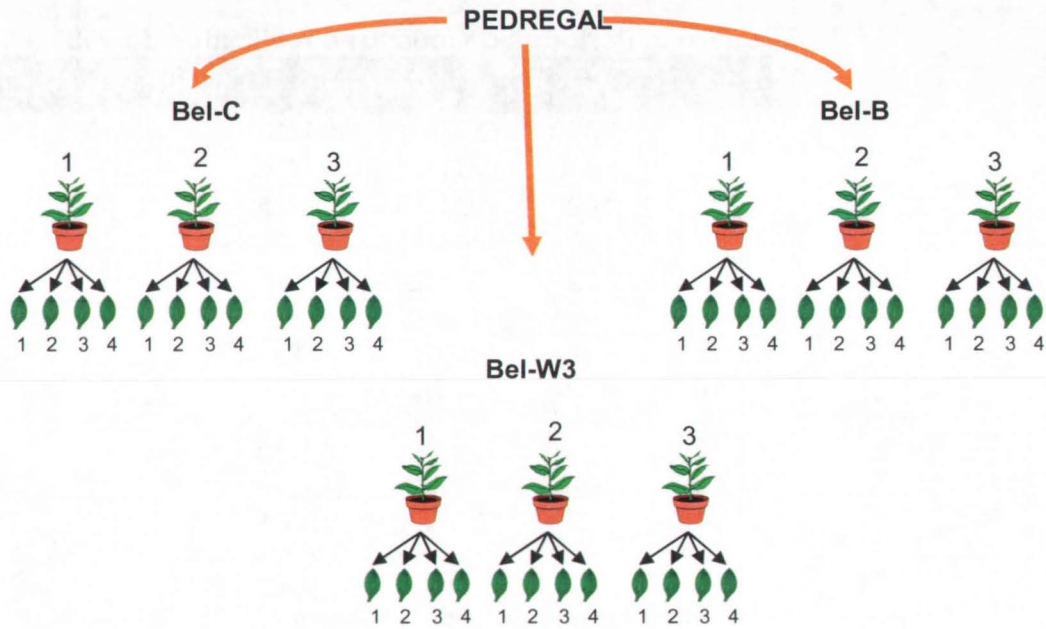
Fuente: Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (2005)

7.3 Diseño del experimento

Se utilizaron plantas de la especie *Nicotiana tabacum* L. variedad Bel-W3, Bel-C y Bel-B, mismas que fueron expuestas en un diseño factorial (3 X 3 X 4 X 4), es decir 3 plantas X 3 variedades X 4 hojas por planta X 4 sitios de muestreo^{vii} para cada uno de los periodos de muestreo. La figura 8 muestra un ejemplo con del diseño experimental para un sola estación.

^{vi} Durante el periodo de 1993 a 1997, el criterio para aplicar el Programa de Contingencias ambientales atmosféricas en su Fase I era a los 250 puntos IMECA. A partir del 29 de mayo de 1998, este criterio se modifica a 241 puntos IMECA.
^{vii} Se mencionan 4 sitios de muestreo por que se está considerando el invernadero en donde se ubicaron los testigos.

Figura 8. Ejemplo del diseño experimental utilizado para un sitio de muestreo



La exposición de las plantas se llevó a cabo en periodos de 7 días como mínimo y 13 días máximo. En la selección de los periodos, se descartó llevar a cabo muestreos durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, dado que las temperaturas predominantes durante esos meses se ubicaron por debajo de los 16° C promedio. En el cuadro 3 se muestran las fechas de los periodos de exposición, así como el número total de días en los que las plantas estuvieron expuestas en las estaciones de monitoreo. De octubre de 1990 a octubre de 1992 se realizaron un total de 17 muestreos.

Cuadro 3. Periodos de muestreo realizados de 1990 a 1992

	Año	Periodo	Días de exposición
1.	1990	OCT/01 – OCT/10	10
2.	1990	OCT/10 – OCT/18	9
3.	1990	OCT/19 – OCT/25	7
4.	1991	MAY/27 – JUN/06	11
5.	1991	JUN/24 – JUL/01	8
6.	1991	JUL/23 – AGO/02	11
7.	1991	AGO/14 – AGO/26	13
8.	1991	AGO/27 – SEP/06	11
9.	1991	SEP/28 – OCT/08	11
10.	1991	OCT/18 – OCT/29	12
11.	1992	MAY/07 – MAY/18	12
12.	1992	MAY/20 – JUN/01	13
13.	1992	AGO/18 – AGO/29	12
14.	1992	SEP/04 – SEP/15	11
15.	1992	SEP/18 – SEP/30	13
16.	1992	OCT/05 – OCT/17	13
17.	1992	OCT/21 – NOV/02	13

Se descartaron 6 periodos de muestreo durante 1991, debido a que no se contó con los 3 individuos pertenecientes a la Variedad Bel-B. Asimismo no se contó con plantas para los meses de junio y julio de 1992, dado que se presentó una plaga en el invernadero en el que se llevaba a cabo la producción de las plantas.



Foto4. Numeración de las hojas a considerar para la medición de la exposición de las plantas de tabaco.

Las nueve plantas utilizadas por periodo, fueron expuestas en unas casetas metálicas cubiertas con una malla con el fin de protegerlas del sol.

Por cada una de las plantas se seleccionaron cuatro hojas, las cuales fueron etiquetadas, comenzando de la base hacia la punta de la planta, cuidando en todo momento que las hojas estuvieran completamente desarrolladas (Foto 4).

La descripción de la producción de las plantas se indica en el anexo II del presente trabajo.

7.4 Obtención de los datos

Por cada planta se midió el porcentaje de daño foliar ocasionado por el ozono en cada una de las hojas etiquetadas.

Considerando que la disminución en el crecimiento de la planta puede ser un reflejo del daño causado por el ozono en las plantas, se midió la altura de cada una de las plantas, así como el largo y ancho de las 4 hojas etiquetadas. Ver Anexo III.

El registro de estos datos se llevó a cabo en tres ocasiones durante el periodo de exposición. La primera observación se realizó previa a la ubicación de las plantas en las estaciones. El segundo dato se tomó al tercer o cuarto día de exposición y la última toma de datos se llevó a cabo al final del período.

7.5 Integración de bases de datos

Los datos fueron registrados en hojas de campo para su posterior captura en la base de datos (Ver anexo IV), la cual contó al final del trabajo con 612 registros. Cada uno de los registros de esta base cuenta con la información de la altura de la planta, largo y ancho de cada una de las 4 hojas. En total la base de datos contiene 7,344 datos.

Adicionalmente, esta base cuenta con la información de las concentraciones máximas y promedio de máximos de ozono para cada uno de los periodos estudiados, provenientes del Sistema de Monitoreo Atmosférico. Ver Anexo V.

7.6 Análisis de los datos

Los datos recopilados en el presente trabajo fueron examinados a través de:

1. Un análisis de varianza, a través del cual se evaluó la existencia de diferencias de daño ocasionado por el ozono entre los tratamientos considerados (Bel-W3, Bel-C y Bel-B), con un intervalo de confianza del 5%.
2. Un análisis de Tukey con el que se comparan todos los posibles pares de medias de los tratamientos de daño por variedad para plantas y hojas, así como entre regiones (estaciones). En todos los casos, el nivel de confianza utilizado es de 0.95.

El análisis de los datos se llevó a cabo:

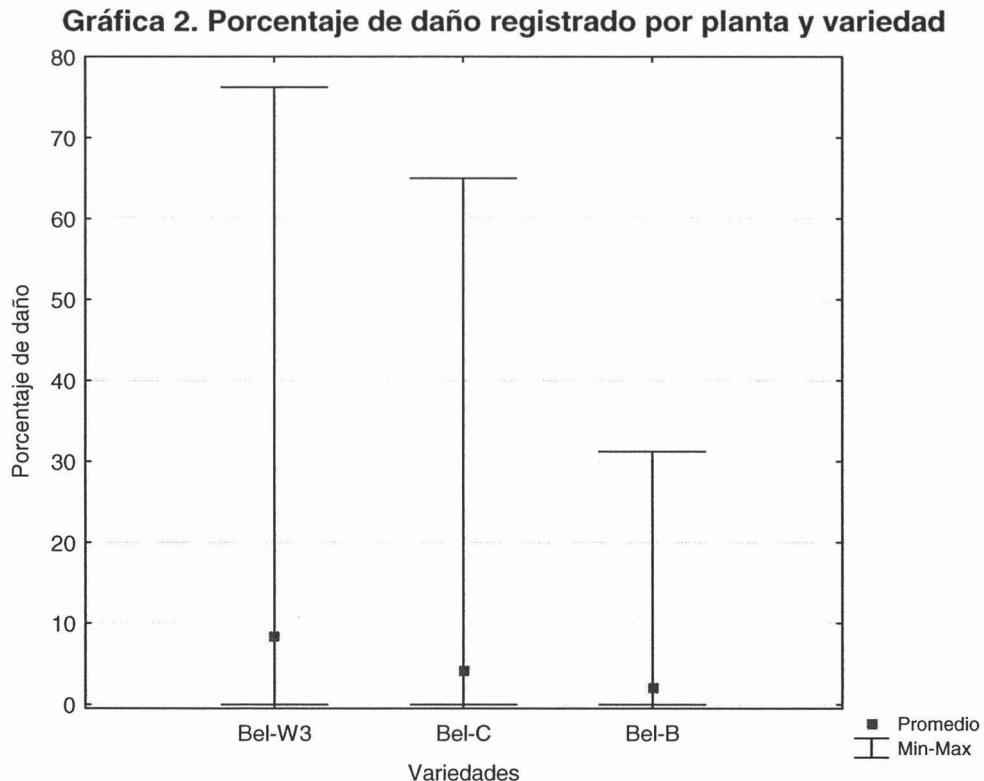
- Por hoja, es decir cada hoja representa un individuo
- Por planta que es el valor promedio de sus cuatro hojas

8. RESULTADOS

8.1 Respuesta de las variedades a la presencia de ozono

Variedad vs. promedio de porcentaje de daño por planta.

Este análisis considera todos los datos generados por planta para cada una de las tres variedades, agrupando los datos de los sitios de muestreo (Pedregal, Merced y Tlanepantla), así como del testigo. En primera instancia, al graficar los promedios del porcentaje de daño de cada una de tres variedades, se aprecia una ligera diferencia entre Bel-W3, Bel-C y Bel-B (Gráfica 2). Al aplicar el análisis de varianza, se verifica que al menos dos de las tres variedades tienen una respuesta diferente entre ellas. Lo anterior se concluye dado que el resultado de l análisis de varianza, con dos grados de libertad, presenta una $F_{\text{calculada}}$ de 16.061 y una p igual a 0.000, dicha $F_{\text{calculada}}$ es mayor al valor crítico de tablas $F_{0.05}=3.00$ con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05^{\text{viii}}$.



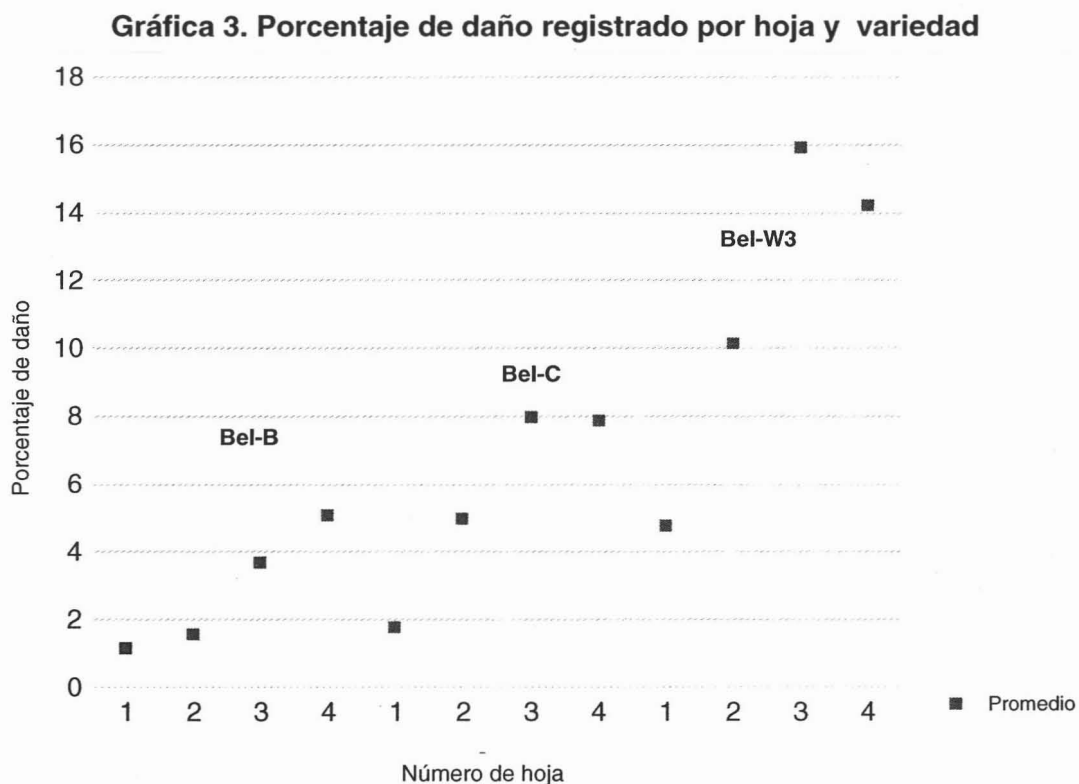
viii Una F significativa implica que la evidencia es suficientemente fuerte para indicar que todos los tratamientos no pertenecen a poblaciones con medias poblacionales comunes (Steel *et al.*, 1980).

La prueba de Tukey, que se detalla en el Anexo IV, muestra que la media de los promedios de daño por planta de la variedad Bel-W3 es mayor a la de Bel-C y Bel-B.

Variedad vs. promedio del porcentaje de daño por hoja.

Se utilizan los promedios del daño obtenidos por cada una de las hojas de cada una de las variedades. Al observar el comportamiento de los datos graficados, se infiere que las hojas de la variedad Bel-W3 presentan los mayores valores de daño (Gráfica 2). Al igual que en el caso del promedio de daño por planta, el análisis de varianza, indica que al menos dos de las tres variedades son diferentes. La $F_{calculada}$ es de 40.986^{ix}, con una p igual a 0.000.

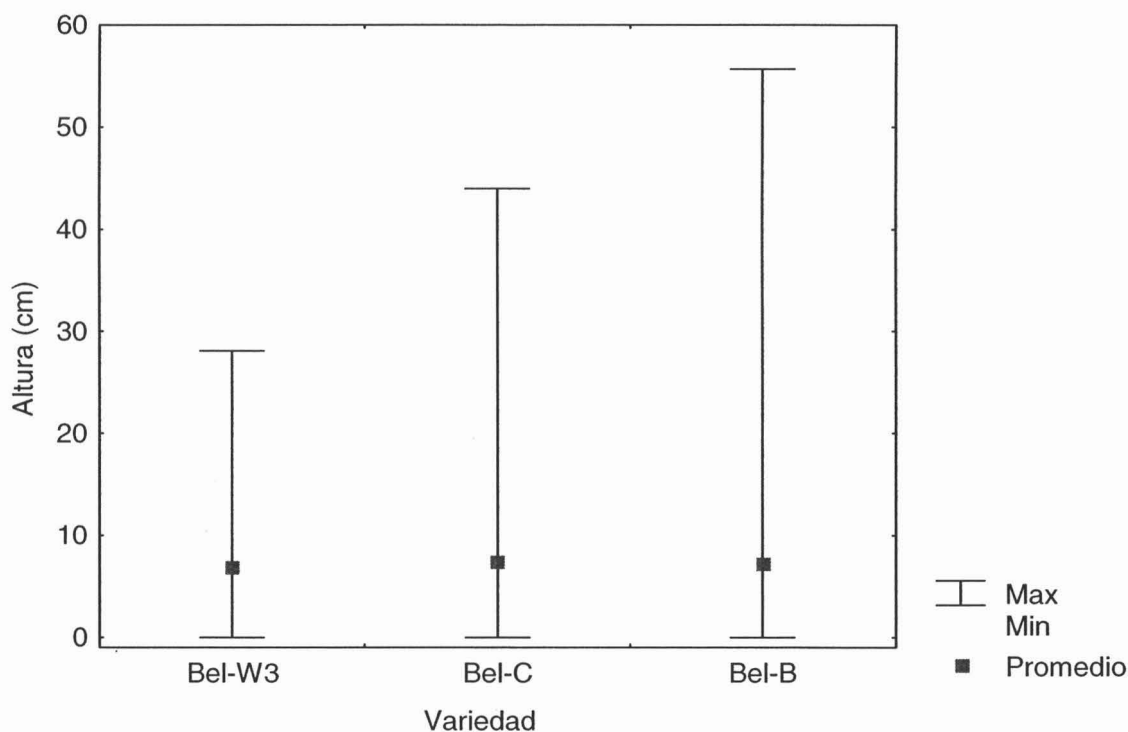
A través de la prueba de Tukey, se determina que la media de los datos de las hojas de Bel-W3, es mayor que la media de las variedades de Bel-C y Bel-B.



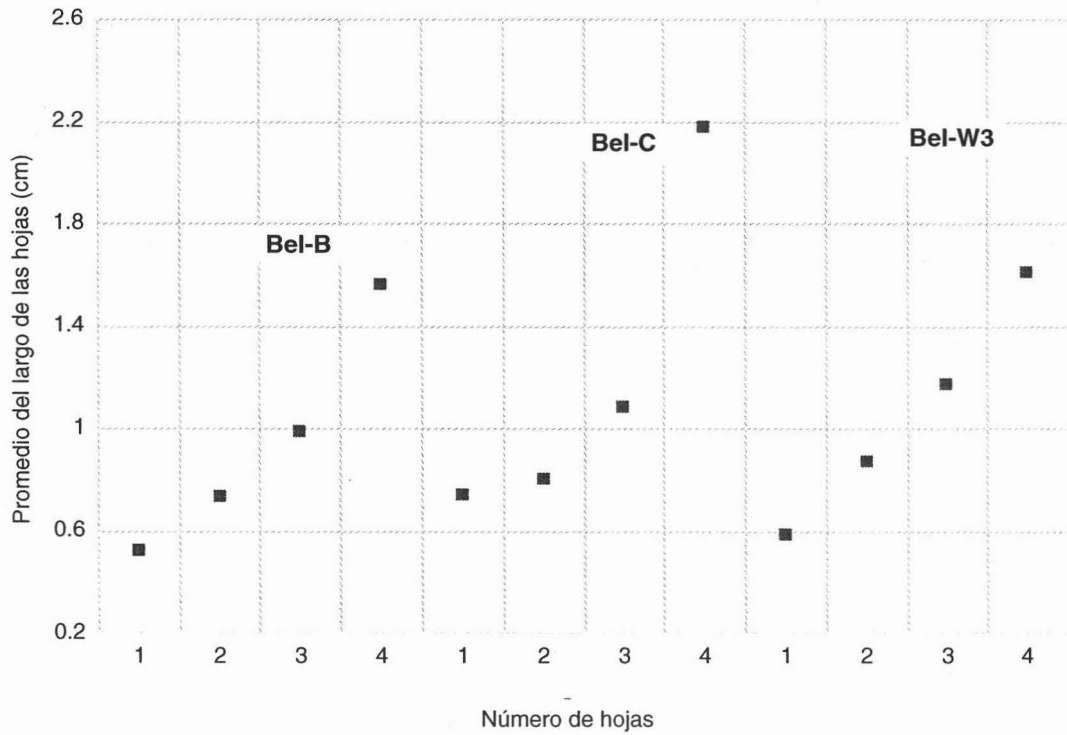
Variedad vs. promedio de la altura de la planta, ancho y largo de las hojas.

Al graficar los datos de altura de las plantas (Gráfica 4), así como el promedio de largo de las hojas, se observa que no se presentan diferencias en sus promedios (Gráfica 5). El análisis de varianza, indica que tanto la altura, como el promedio del largo de las hojas, no presentan diferencias significativas entre las variedades. El análisis de varianza para la altura tiene una $F_{\text{calculada}}$ igual a 0.413 con una ρ igual a 1.000 y para el promedio del largo de la hoja se obtuvo una $F_{\text{calculada}}$ igual a 2.727 con una ρ igual a 1.000. En ambos casos, las F calculadas son menores a la $F_{0.05}=3.00$ de tablas para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Gráfica 4. Altura registrada de las planta por variedad

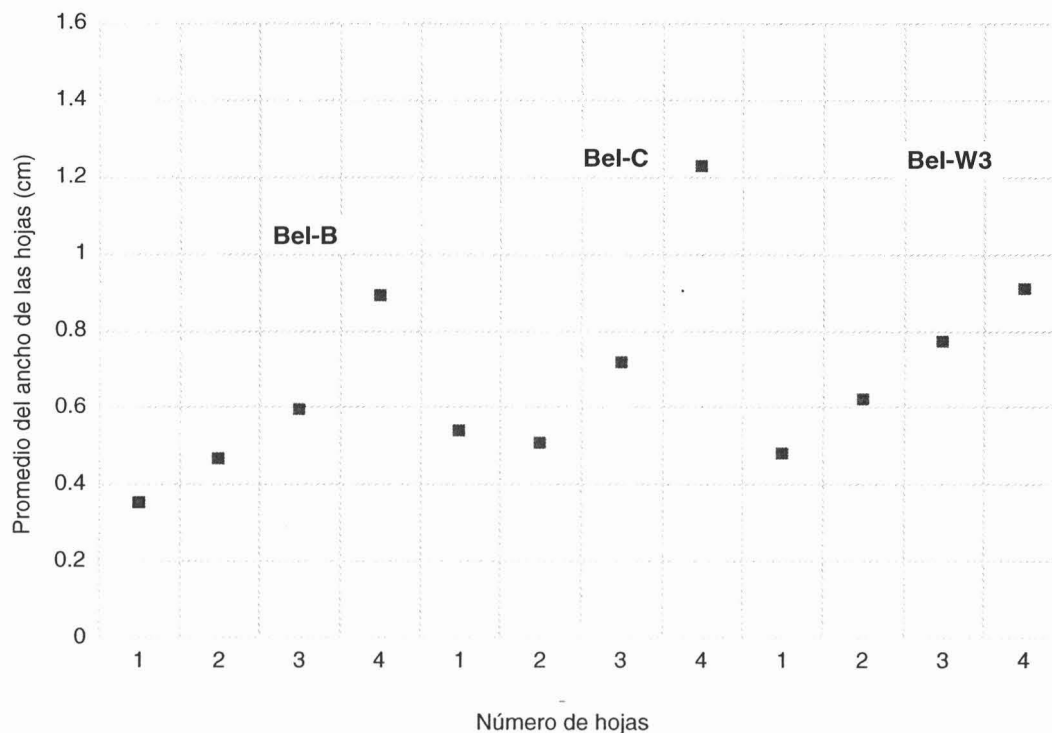


Gráfica 5. Promedio del largo por hoja y variedad



Para el caso de la variable ancho de las hojas, el análisis de varianza muestra que al menos dos de las tres variedades son estadísticamente diferentes. La $F_{\text{calculada}}$ de este análisis es igual a 4.997 con una p igual a 0.006, que al ser mayor a la $F_{0.05}=3.00$ de tablas. Sin embargo al aplicar la prueba de Tukey, se encontró que las medias de Bel-W3, Bel-C y Bel-B se comportan de manera homogénea.

Gráfica 6. Promedio del ancho por hoja y variedad

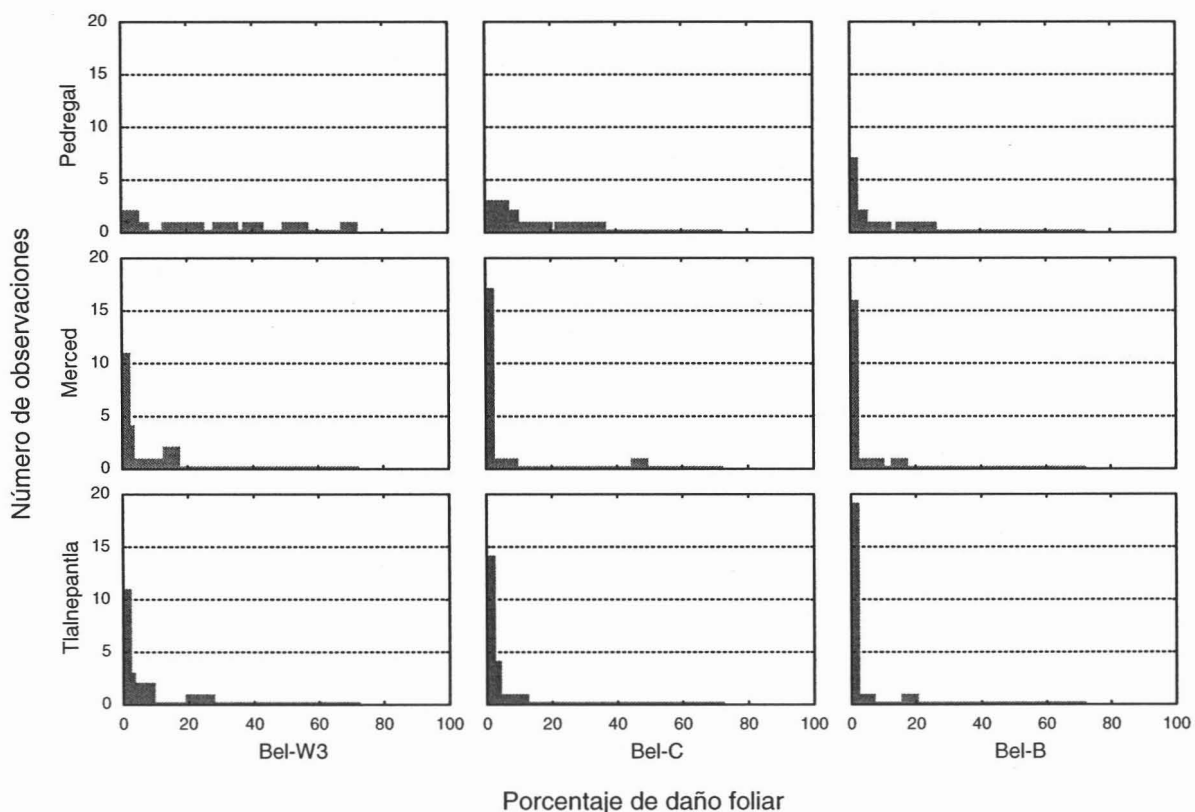


8.2 Respuesta de las variedades a la presencia de ozono por regiones de la ZMCM

Porcentaje de daño por variedad, planta y región.

Los resultados de daño de las tres variedades en las tres regiones evaluadas, indican que en las estaciones de Merced de la región centro y Tlalnepantla de la región noroeste, presentan la mayor frecuencia de los porcentajes de daño que oscilan entre 0 y 20%, aunque también se llegan a presentar algunos casos con daños de 60%. La estación Pedregal de la región suroeste, muestra una distribución de los datos de porcentaje más homogénea para la variedad Bel-W3, cuyos porcentajes de daño se presentan entre 0 y 80%. En el caso de las variedades Bel-C y Bel-B, la mayor frecuencia de los datos se encuentra entre 0 y 40% (Gráfica 7).

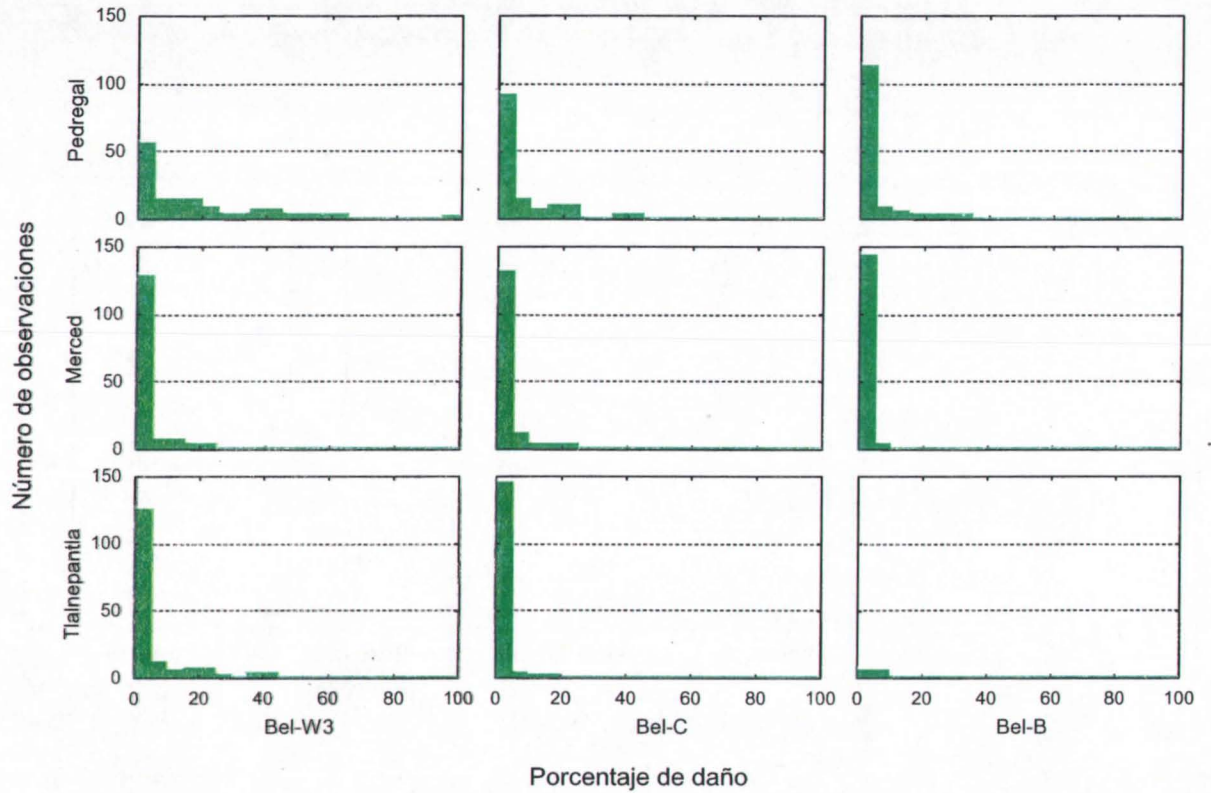
Gráfica 7. Distribución de los datos daño de las plantas por variedad y sitio de muestreo



La distribución del porcentaje de daño por región aparentemente es diferente al comparar los promedios, así como los valores máximo y mínimos obtenidos (Gráfica 8). A partir del resultado del análisis de varianza, se concluye que existen diferencias significativas en el daño por variedad entre las regiones. Con tres grados de libertad, la $F_{calculada}$ es de 39.137^x , con una p igual a 0. La prueba de Tukey, indica que las medias de los daño por planta de las variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B de la estación Pedregal (región suroeste), son significativamente diferentes a los que se presentan en las estaciones de Merced (región centro) y Tlalnepantla (región noroeste).

^x La F de tablas nuevamente es igual a 3.00 con un nivel de significancia igual a $\alpha = 0.05$

Gráfica 9. Distribución de los datos daño de las hojas por variedad y sitio de muestreo



Para mostrar un ejemplo de las diferencias de los daños por estación, se presenta una comparación de daños de la variedad Bel-W3 obtenidas de plantas expuestas en los diferentes puntos de muestreo (Secuencia de fotos 9A – 9D).

Fotos 5A – 5D. Ejemplos de los daños ocasionados por ozono en las hojas de tabaco expuestas en las estaciones de Pedregal, Merced y Tlalnepantla.



Foto A. Hoja de tabaco sin daño



Foto B. Hoja Bel-W3 Estación Pedregal



Foto C. Hoja Bel-W3 Estación Merced

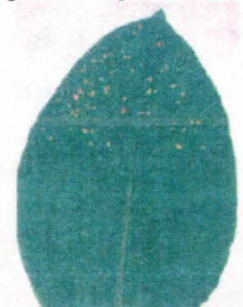
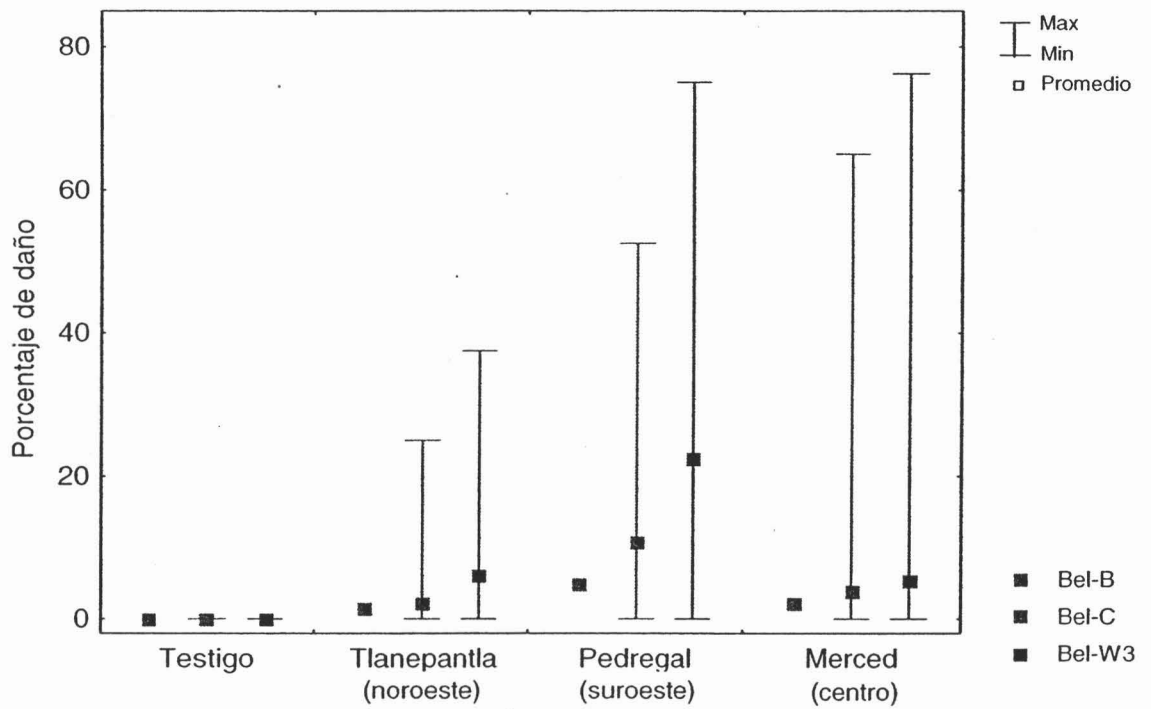


Foto D. Hoja Bel-W3 Estación Tlalnepantla

Gráfica 8. Porcentaje de daño registrado por planta, variedad y estación

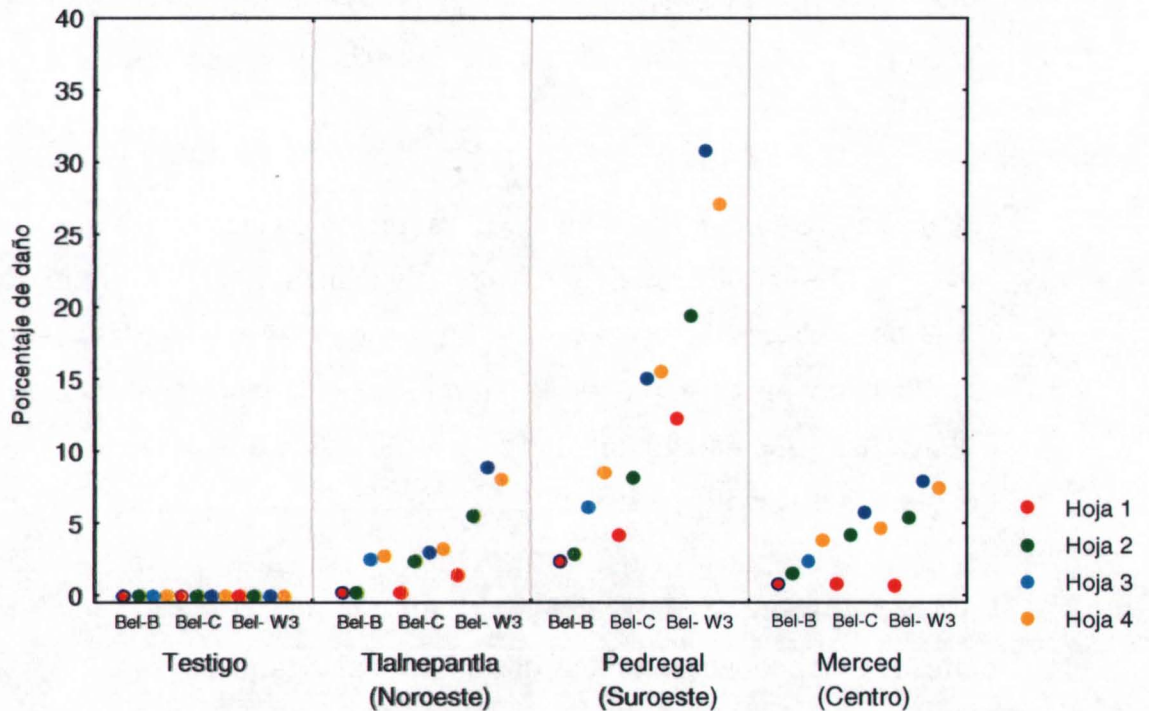


Porcentaje de daño por variedad, hoja y estación.

Para el caso de la distribución de las observaciones de daño por hoja, todas las variedades en las tres regiones presentan al menos un dato de 100% de daño. El patrón de distribución de los datos en las tres regiones y variedades es muy similar, debido a que la mayor parte de los datos se agrupan entre los porcentajes de daño de 0 a 20%. No obstante lo anterior, Pedregal cuenta con distribuciones más amplias en los datos de daño para las variedades Bel-W3 y Bel-C. La distribución de datos de la variedad Bel-B de Tlanepantla presenta al menos un dato en todos los porcentajes de daño (Gráfica 9).

Al graficar los diferentes promedios de los porcentajes de daño obtenidos por hoja y variedad para cada una de las regiones, se aprecian diferencias aparentes entre el daño registrado en éstas (Gráfica 10). El análisis de varianza indicó que al menos una de las estaciones es diferente en la respuesta del daño registrado por las hojas y variedad. La $F_{\text{calculada}} = 95.36$ y la $p = 0.000$. Al aplicar la prueba de Tukey, se comprobó que las medias de las variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B de la región suroeste (estación Pedregal) son significativamente diferentes a las de la región centro (estación Merced) y noroeste (estación Tlalnepantla).

Gráfica 10. Porcentaje de daño registrado por hoja, variedad y estación



9. DISCUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos, se comprueba la hipótesis planteada en el presente trabajo, la cual se refiere a la evaluación de las respuestas de daño foliar de las variedades de tabaco Bel-W3, Bel-C y Bel-B. A partir de los resultados de la sección 8.1, en los cuales, los análisis de varianza y de Tukey indican que existen una diferencia entre las medias de las poblaciones de los tratamientos evaluados, se infiere que las variedades utilizadas mostraron una respuesta diferente. Bel-W3 se ubica como la variedad de tabaco cuyos porcentajes de daño foliar fueron mayores a los de las otras dos variedades. Bel-C presentó daños con valores intermedios y Bel-B exhibió los menores valores de porcentaje de daño.

Al analizar los tratamientos variedad vs. ancho de las hojas y variedad vs. largo de las hojas, los resultados del análisis de varianza sugieren que existen diferencias en el crecimiento de las hojas de las variedades estudiadas. Sin embargo este resultado no se confirma al llevar más al detalle el análisis con la prueba de Tukey, dado que ésta última, indica que no existe una diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

La incorporación de los parámetros largo y ancho de las hojas, fue considerado como una respuesta indirecta del daño ocasionado por el ozono en las plantas, bajo el supuesto de que a mayores daños foliares en las hojas, se presenta un decremento en el crecimiento de las mismas. Estas variables no se incorporan en los objetivos del presente trabajo, dado que se considera que deben ser evaluadas de manera específica con un protocolo diferente al del presente documento, que de énfasis a los aspectos fisiológicos de las plantas.

En lo que se refiere a la evaluación de la respuesta de las variedades por estación (región), se infiere que las tres variedades presentan una respuesta diferente dependiendo del lugar de exposición. En la estación de Pedregal (región suroeste) se presenta los mayores porcentajes de daño en comparación con Merced (región

centro) y Tlalnepantla (región noroeste), cuyas respuestas de daño registradas son muy similares entre sí.

Una de las aplicaciones de los bioindicadores es su utilización como un posible método para inferir la calidad del aire en una zona. En el anexo VII del presente trabajo se incluye un ejercicio teórico en el cual, a partir de los datos de porcentaje de daño de Bel-W3, se estiman valores promedio de 24 horas de ozono cercanos a los valores reales.

Una de las deficiencias de la utilización de plantas de tabaco como un método de medición radica en la variación de la respuesta de las plantas, dependiendo de la presencia de otros factores, tales como los cambios de temperatura, los nutrientes del suelo, la presencia de plagas y el abastecimiento de agua, entre otros.

A trece años de haberse realizado el presente trabajo, no se han desarrollado experiencias similares en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. De considerarse elaborar un estudio similar, se recomienda cuidar los siguientes aspectos:

Producción de las plantas.

- El área de producción de las plantas debe ser lo más limpia de plagas y en la medida de lo posible se debe considerar un área única del invernadero para la producción exclusiva de las plantas bioindicadoras. A lo largo de los 3 años de desarrollo del trabajo, se presentaron algunos casos de plagas en el invernadero que interrumpieron la producción de las plantas y con ello la continuidad del trabajo en campo.
- Es indispensable que las macetas de las plantas sean de material neutro para la acumulación de sales y parásitos. Este no fue el caso del trabajo que se presenta, sin embargo, al principio de esta experiencia (1988 y 1989) se utilizaron macetas de barro cocido que al ser reutilizadas permitían abatir los

costos de producción de las plantas, pero con ello se tenía un gran problema en cuanto al control del agua y de los parásitos en campo.

En el traslado de las plantas

- Las plantas de tabaco son sumamente delicadas y cuando exceden los 20 cm. de altura pueden romperse fácilmente en su tallo, de manera que es necesario contar con un transporte cubierto y con unas rejillas para su traslado apropiado.
- Contar con mejores sistemas de riego, de manera que las plantas siempre cuenten con la cantidad de agua necesaria para su subsistencia.

En la lectura del porcentaje de daño

- La lectura del porcentaje de daño en las plantas debe realizarse sin excepción al inicio, en la mitad del periodo de exposición y al final por la misma persona. Aún cuando se cuenta con una guía que puede ser un punto de referencia importante, este método implica un cierto grado de subjetividad que puede disminuir cuando la lectura es realizada por la misma persona.

10. CONCLUSIONES

1. Existe una diferencia en las respuestas de las tres variedades de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) al ozono.
2. Las plantas de la variedad Bel-W3 fueron más sensibles a la presencia del ozono que las variedades Bel-C y Bel-B. Estas dos últimas variedades mostraron tener una respuesta muy similar entre ellas.
3. Las variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B presentaron respuestas diferentes a la exposición de ozono, dependiendo del lugar en el que estuvieron expuestas.
4. El uso de las plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B es un método confiable para la detección del ozono, que puede ser aplicado como muestreos prospectivos para conocer la presencia de este contaminante en aquellas áreas que no cuentan con un monitor automático. Las plantas de tabaco, pueden ser potencialmente útiles para la realización de campañas de monitoreo en las áreas rurales cercanas a la Ciudad de México.
5. A través de la evaluación continua del daño de estas variedades, es posible contar con mayor información que a futuro puede ser utilizada para la justificación de instalación de puntos de muestreo con monitores automáticos.
6. La utilización de las plantas de tabaco como bioindicadores es un método económico para la identificación del ozono, en comparación al costo que representa la instalación y mantenimiento de una estación de monitoreo automático.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Adamo P., S. Giordano, S. Vingiani, R. Castaldo Cobianchi and P. Violante. 2003. Trace element accumulation by moss and lichen exposed in bags in the city of Naples (Italy). *Environmental Pollution* 122(1):91-103.
- Agrawal M. y S. B. Agrawal. 1989. Phytomonitoring of air pollution around a thermal power plant. *Atmospheric Environment*. 23(4):763-769.
- Allen S. Heagle, W.W. Heck, V.M. Lesser y O. Rawlings. 1987. Effects of daily ozone exposure duration and concentration fluctuation on yield of tobacco. *Phytopathology* 77:856-862.
- Andersen A.; M. F. Hovmand e I. Johnsen. 1978. Atmospheric heavy metal deposition in the Copenhagen area. *Environ. Pollut.* 17:133 - 151.
- Arndt U., Walter Erhardt, Andree Keitel, Klaus Michenfelder, Wilfried Nober und Christph Schlüter. 1985 Standardisierte exposition von pflanzlichen reaktionsindikatoren. *Reinhalt. Luft* 45(10):481 - 483. Traducción realizada por la Dra. Maria de Lourdes de la I de Bauer.
- Arndt U., Nobel, W. y Schweizer B. 1987 Biondikatoren. Eugen Ulmer Gmb H & Co. Germany pp 111-115. Traducción realizada por Ma. De Lourdes de la I. De Bauer.
- Ashmore, M. R., R.H. Thwaites, N. Ainsworth, D.A. Coussins, S.A. Power y A.J. Morton 1995. Effects of ozone on calcareous rassland communities. *Water, Air and Soil Pollution* 85: 1527-1532.
- Arndt U., Nobel, W. y Schweizer B. 1987. Biondikatoren. Eugen Ulmer Gmb H & Co. Germany pp 111-115. Traducción realizada por Ma. De Lourdes de la I. De Bauer.
- Ashmore, M. R., R.H. Thwaites, N. Ainsworth, D.A. Coussins, S.A. Power y A.J. Morton. 1995. Effects of ozone on calcareous rassland communities. *Water, Air and Soil Pollution* 85: 1527-1532.
- Bauer, L. 1972. Uso de plantas indicadoras de aeropolutos en la Ciudad de México. *Agrociencia* 9(D):139-141.
- Bauer, L., T, Hernández. 1986. CONTAMINACIÓN. UNA AMENAZA PARA LA VEGETACIÓN EN MÉXICO. Centro de Fitopatología, C.P. Ed. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp.84.
- Bauer L., S.V. Krupa. 1990. The Valley of Mexico: summary of observational studies on its air quality end effects on vegetation. *Environmental Pollution* 65:109 - 118.
- Bell, J. N. and R.A. Cox. 1975. Atmospheric ozone and plant damage in the United Kingdom. *Environmental Pollution* (8):163-170
- Bennett, J.H. E.H. Lee and H.E. Heggstad. 1984. *Biochemical aspects of plant tolerance to ozone and oxyradicals: superoxide dismutase.* *Gaseos Air Pollution and Plant Metabolism* (eds. M.J. & F.R. Whatley).

Berg, T., O. Røyset y E. Steinnes. 1995. Moss (*Hylocomium splendens*) used as biomonitor of atmospheric trace element deposition: estimation of uptake efficiencies. *Atmospheric Environmen* 29(3):353-360.

Biondi Franco, L. Mignanego y S. Giorgio. 1992. Correlation between environmental parameters and leaf injury in *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W3. *Environmental Monitoring and Assessment* 22:73-87.

Bussotti, F., P. Grossoni, C. Soda, M. Ferretti, G. Lorenzini. 2005. MONITORING OF AIR POLLUTANTS IN FLORENCE (ITALY), WITH HERBACEOUS AND WOODY BIOINDICATORS. [En línea]. http://www.actahort.org/books/496/496_53.htm. [Consulta: 11 de mayo de 2003].

Bytnerowicz, A.; W. J. Manning; D. Grosjean; W. Chmielewski; W. Dmuchowsky; K. Grodzinska y B. Godzik. 1993. Detecting ozone and demonstrating its phytotoxicity in forested areas of Poland . A pilot study. *Environmental Pollution* pag 301-305.

Carpi, A., L.H. Winstein y D. W. Ditz. 1994. Bioaccumulation of mercury by sphagnum moss near a municipal solid waste incinerator. *Air & Waste Management Association*. 44(5):669-672.

Canacintra Matamoros. Información económica para la toma de decisiones. 2003. <http://www.canacintramatamoros.com/infoeconomica.pdf>. [Consulta: 15 de mayo de 2003].

Chacalo H.A. 1989. PRUEBAS PARA DETERMINAR LOS EFECTOS CONTAMINANTES SOBRE PLANTAS BIOINDICADORAS EN LA UAM-A. División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma Metropolitana.

Comisión Ambiental Metropolitana. 1996. INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA EN LA ZMVM. Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

Comisión Ambiental Metropolitana. 2002. PROGRAMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO 2002 – 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y Secretaría de Salud.

Cooley D. R. y W. J. Manning. 1987. The impact of ozone on assimilates partitioning in plants: a review. *Environmental Pollution* 47:95-113

Costonis, A. C. and W. A. Sinclair. 1972. Susceptibility of healthy and ozone injured needles of Pinus strobes to invasion by *Lophodermium pinastri* and *Aureobasidium pullulans*. *Eur. Journal. Forest Pathology* 2:65-73

Davies, F. y G. Notcutt. 1996. Biomonitoring of atmospheric mercury in the vicinity of Kilaue, Hawaii. *Water, Air and Soil Pollution* 86: 275-281.

Departamento del Distrito Federal y Colegio de México. 1987. Atlas de la Ciudad de México. Compiladores: Gustavo Garza [y] Programa de Intercambio Científico y Capacitación Técnica.

Departamento del Distrito Federal. 1996. Compendio Estadístico 1986 – 1995. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación. Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

Donagi A. E. y A. I. Goren. 1979. Use of indicator plants to atmospheric levels of nitrogen dioxide in the vicinity of a chemical plant. *Environmental Science & Technology* 13(8):986 - 989.

Diario Oficial de la Federación. 1996. Acuerdo por el que se crea la Comisión Ambiental Metropolitana.

Dunning J. A. y W. W. Heck. 1977. Response of bean and tobacco to ozone effect of light intensity, temperature and relative humidity. *Journal of the Air Pollution Control Association* 27(9):882-886.

Environment Canada. Canada - United States Air Quality Agreement. Documenting Effects of Ozone on Forests. 2003. http://www.ec.gc.ca/air/qual/2002/section4c_e.html. [Consulta: 11 de mayo de 2003].

Fumagalli, I., L. Mignanego and G. Mills. 2003. Ozone biomonitoring with clover clones: yield loss and carryover effect under high ambient ozone levels in northern Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95: 119-128.

Galsomiès, L., S. Ayrault, F. Carrot, C. Deschamps and M. A. Letrouit-Galinou. 2003. Interspecies calibration in mosses at regional scale—heavy metal and trace elements results from Ile-de-France. *Atmospheric Environment*. January 37:241-251.

Garty, J., M. Kauppi y A. Kauppi. 1996. Accumulation of airborne elements from vehicles in transplanted lichens in urban sites. *Journal Environmental Quality* 25:265-272.

Garty, J., S. Tomer, T. Levin and H. Lehr. 2003. Lichens as biomonitors around a coal-fired power station in Israel. *Environmental Research*. 91(3):186-198.

Gidi, I. B., P. Cicero, L. Flores, T. Hernández, M. Alegre y B. Delgadillo. 1988. Biomonitoring prospectivo de ozono en la ZMCM memorias del VI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Querétaro, Querétaro.

Gimeno, B.S., J. Peñuelas, J.L. Porcuna y R.A. Reinert. 1995. Biomonitoring ozone phytotoxicity in eastern Spain. *Water, Air & Soil Pollution* 85:1521-1526.

Gimeno, B.S., J.M., Salleras, J.L. Porcuna, R. Reinert, D. Velissariou y A.W. Davison. The use of watermelon as an ozone bioindicators In: *Bioindicators of environmental health*, Munavar, M. (ed) S.P.B. Academic Publishing. *Ecovision World Monograph Series* (in press)

Giorgio Brunialti and Paolo Giordani. 2003. Variability of lichen diversity in a climatically heterogeneous area (Liguria, NW Italy). *The Lichenologist*. January, 35:55-69.

Gobierno de la Ciudad de México, 2002. COMPENDIO ESTADÍSTICO DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DE LA ZMVM 1986 – 2001. Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Gestión Ambiental del Aire.

Glooschenko, W. A., R. Sims, M. Gregory y T. Mayer. 1981. Use of bog vegetation as a monitor of atmospheric input of metals. Pages 389-399. [Chapter 18.] *In* Atmospheric input of pollutants to natural waters. Ann Arbor Science Publ., Amer. Chem. Society, Ann Arbor, Mich., USA

Griffiths, A. D. Impact of Sulphur Dioxide Emissions on Savanna Biodiversity at Mt Isa, Queensland. 2003. <http://www.env.qld.gov.au/environment/environment/air/savanna.pdf>. [Consulta: 11 de mayo de 2003].

Gupta, A. 1995. Heavy metal accumulation by three species of mosses in Shillong, North-Eastern India. *Water, Air and Soil Pollution* 82:751-756

Heagle A.S.; W. W. Heck; V. M. Lesser y J. O. Rawlings (1987) Effects of daily ozone exposure duration and concentration fluctuation on yield of tobacco. *Phytopathology* 77:856 – 862.

Heagle, A., J.E. Miller y D.E. Sherrill 1994. Atmospheric Pollutants and trace gases. *J. Environ. Qual.* 23:613-621.

Heagle, A., J. Miller, B.I. Chevone, T.W. Dreschel, W.J. Manning, P.M. Mc Cool, C.L. Morrison, G.E. Neely y J.Rebbeck. 1995. Response of a white clover indicator system to tropospheric ozone at eight locations in the United States. *Water, Air and Soil Pollution* 85:173-1378.

Heck, W.W., J. A. Dunning y I. J. Hindawi. 1966. Ozono: Nonlinear relation of dose and injury in plants. *Science* 151:577-578.

Heck W. W. y A. S. Heagle. 1970. Measurement of photochemical air pollution with a sensitive monitoring plant. *Journal of Air Pollution Control Association* 20(2):97-99.

Heggestad, H. E. y T. J. Middleton. 1959. Ozone in High Concentration as Cause of Tobacco Leaf Injury. *Science*, 128:208 - 210.

Heggestad, H.E. 1991. Origin of Bel-W3, Bel-C and Bel-B tobacco varieties and their use as indicators of ozone. *Environmental Pollution* 74: 264-291.

Henry Glynn J. y Gary W. Heinke. 1999. *INGENIERÍA AMBIENTAL*. Prentice Hall. Segunda edición. 778 pp.

Herbert, C. J., J. C. Neggle y C.McDuffie Jr. 1988. Effects of chronic exposure to simulated power plant emissions and ozone in soybean production. *J. Environ. Qual.* 17:701-707

Hernández Gil R. Libro Botánica on Line. Transpiración. Universidad de Los Andes – Mérida Venezuela. 2004. <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/transpiracion/>. [Consulta: 3 de junio de 2004]

Hernández T., S.V. Krupa, G.C. Pratt y L. de Bauer. 1981. Sensibilidad de plántulas de eucalipto (*Eucaliptus globulus* Labill.) al ozono. México. *Agrociencias*. 56:183-1994.

Hernández T., L. de Bauer y S.V. Krupa. 1982. Daño por gases oxidantes en pinos y avena. Reconocimiento y evaluación en el Ajusco, D.F. *Revista Chapingo* 7(33-34):19 -28.

-
- Hernández, T. y L. Bauer. 1984. Evaluación del daño por gases oxidantes en *Pinus hartwegii* k y *Pinus montezumae* var. *lindleyi* en el Ajusco. México, D.F. Agrociencias. 43:89-94
- Hernández Ortega Francisco. 1993. *Biomonitoreo de dióxido de azufre y estudio de su efecto en la alfalfa*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. 75 pp.
- Herrera Campos M.A. 1990. *Evaluación del contenido de plomo en Ramalía farinacea (L). Ach. En el volcán Ajusco D.F.* Tesis para obtener el grado de maestría en ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Clasificación: 001-00361-H1-1990-
- Ingenieríaambiental.com. 2004. Propiedades físicas y químicas del aire. [En línea]. <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=695> . [Consulta: 16 de febrero de 2004]
- INE - Instituto Nacional de Ecología. 2002. Inversiones térmicas. http://www.ine.gob.mx/dgicurg/calaire/temas_interes/inv_termicas.html [Consulta: 18 de febrero de 2004].
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. 2003. www.inegi.gob.mx/difusion/espanol/fietab.html. [Consulta: 5 de mayo de 2003].
- Jáuregui, Ernesto. 2000. Clima. En: Garza, G. (coord.). La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, D.F.
- Karlsson G.P., H. Pleijel, E. Sild, H. Danielsson, G. Selldén, L. Ericson y L. Skärby. 1995. Clover sweden – a national three-year study of the effects of tropospheric ozone on *Trifolium subterraneum* L. *Water, Air and Soil Pollution* 85:1503-1508.
- Klumpp, W. Ansel, A. Fomin & A. Klumpp. EuroBionet - European Network for the Assessment of Air Quality by the Use of Bioindicator Plants. 2003. <http://www.uni-hohenheim.de/eurobionet/Acrobat/Summary-Leuven-Poster.pdf>. [Consulta: 11 de mayo de 2003].
- Koppe A. y E. Sild. 1995. Bioindication of ozone in Estonia by using the tobacco variety Bel-W3. *Water, Air and Soil Pollution* 85:1515-1519.
- Krupa, S. V.; M. Nosal y W. J. Manning. 1992. Establishing Relationships between ozone exposure dynamics and visible foliar injury responses of tobacco Cultivars. In: *Proc. 9 th World Clean Air Congress*, Montreal, Canada
- Kuik, P. y Wolterbeek, Th. 1995. Factor analysis of atmospheric trace-element deposition data in the Netherlands obtained by moss monitoring. *Water, Air and Soil Pollution* 84:323-346.
- Kytömaa A., Nirminen S., Thuneberg P., Haapala H. Y P. Nuorteva. 1995. Accumulation of aluminum in *Hypogymnia physodes* in the surroundings of a finish sulphite-cellulose factory. *Water, Air and Soil Pollution* 81:401-409.
- Laguet-Rey H.D., M.L.de la I de Bauer, Kohasi-Shibata J. y D.L. Ortega. 1986. Impact of ambient oxidants on the bean crop at a locality within the Valley of México. Annual report of the bean improvement cooperative. 29:83-84.

Lenntech. 2004. FAQ de la calidad del aire. Preguntas frecuentes. <http://www.lenntech.com/espanol/FAQ-calidad-del-aire.htm>. [Consulta: 16 de febrero de 2004].

Lezama Jose Luis. 2000. La contaminación del aire. En: Garza G. (coord.) *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-Colegio de México. México.

Linzon S.N. 1971. Economic effects of sulfur dioxide on forest growth. *Journal of the Air Pollution Control Association*. 21(2):81-86.

Linzon, S.N., W.D. McIlveen y P.J. Temple. 1973. Sulphur dioxide injury to vegetation in the vicinity of a sulphite pulp and paper mill. *Water, Air and Soil Pollution* 2:129-134.

Linzon, S. N., B. L. Chal, P. J. Temple, R. G. Pearson y M. L. Smith. 1976. Lead contamination of urban soils and vegetation by emissions from secondary lead industries. *Journal of the Air Pollution Association*. 26(7):650-654.

Linzon S.N., P.J. Temple y R.G. Pearson. 1979. Sulfur concentrations in plant foliage and related effects. *Journal of the Air Pollution Control Association*. 29(5):520-525

Madkour, S.A. and J.A. Laurence. 2002. Egyptian plant species as new ozone indicators. *Environmental Pollution* 120(2) December: 339-353.

Magas R., A. Wahid, S.R.A. Shamsi y M.R. Asmore. 1995. Effects of ambient air pollution on wheat and rice yield in Pakistan. *Water, Air and Soil Pollution* 85:1311-1316.

Mansfield, T.A. and P.H. Freer-Smith. 1981. Stomata and stomatal mechanisms. En: *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*. L.G. Paleg and D. Aspinall (eds). Academic Press Australia, 1981.

Manning, W. J., Feder, W. A., and I. Perkins. 1970. Ozone injures increases infection of geranium flowers by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 60:669-670.

Manning W.J. 1993. Bioindicator plants for assesment of air quality: general considerations and plant responses to ambient ozone. *Air & Waste Management Association. 86th Annual Meeting & Exhibition*, Denver, Colorado. pag 2-14.

Masters M. Gilbert. 1997. INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND SCIENCE. Prentice Hall, 2 edition. 460 pp.

Melo Gallegos C. y S Alfaro Sánchez. 2000. Vegetación. En: Garza, G. (coord.) *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-Colegio de México. México.

Menser, H. A., H. E. Heggestad and O.E. Street. 1963. Response of plants to air pollutants. II Effects of ozone concentration and leaf maturity on injury to *Nicotiana tabacum*. *Phytopathol.* 53:1304-8.

Menser, H. A., H. E. Heggestad and J.J. Grosso. 1976. Registration of Bel-W3, an ozone susceptible tobacco germplasm. En: Heggestad, H.E. (1991) Origin of Bel-W3, Bel-C and

Bel-B tobacco varieties and their use as indicators of ozone. *Environmental Pollution* 74: 264-291.

Mc Laughlin S.B. y G.E. Taylor. 1981. Relative humidity: important modifier of pollutant uptake by plants. *Science* 211(enero):167-169.

McLeod, A. R., M. R. Holland, P. J. A. Shaw, P. M. Sutherland, N. M. Darral y R. A. Skeffington. 1990. Enhancement of nitrogen deposition to forest trees exposed to SO₂. *Nature* 347:277-279.

Molina, Mario y Luisa Molina. 2002. AIR QUALITY IN THE MÉXICO MEGACITY. AN INTEGRATED ASSESSMENT. Kluwer Academic Publishers. 384 pp.

Moraes, R. M., A. Klumpp, C. M. Furlan, G. Klumpp, M. Domingos, M. C. Rinaldi, I. F. Modesto. 2002. Tropical fruit trees as bioindicators of industrial air pollution in southeast Brazil. *Environment Int.* 2002 Nov. 28: 367-74.

Nava López, M.Z. 2003. *Los bosques de la cuenca alta del Rio Magdalena, D.F., México: un estudio de vegetación y fitodiversidad*. Tesis de licenciatura en Biología. UNAM, Facultad de Ciencias.

Naveh Z., S. Chaim and E. H. Steinberger. 1978. Atmospheric oxidant concentrations in Israel as manifested by foliar injury in Bel-W3 tobacco plants. *Environ. Pollute.* (16):249-262.

Naveh Z., E.H. Steinberger y S. Chaim. 1979. The use of bio-indicators for monitoring of air pollution by fluor, ozone and sulphur dioxide. In *Environmental biomonitoring, assessment, prediction, and management – certain case studies and related quantitative issues*. John Cairns, Jr., Granapati P. Patil and William E. Waters (eds.) a publication from the Satellite Program in Statistical Ecology International Statistical Ecology Program. Volume 11. International Co-operative publishing house Fairland, Maryland pp. 21-27

Opsomer Jean Didier, J. Agras, A. Carpi y G. Rodríguez. 1995. An application of locally weighted regresión to airborne mercury deposition around an incinerator site. *Environmetrics* (6):1-15.

Park S. Nobel. 1991. *Physicochemical and environmental plant physiology*. Chapter 1. Cells and Diffusion. Academic Press, Inc. 635 pp.

Peterson D.L., D.G. Silsbee, M. Poth, M.J. Arbaugh y F.E. Biles. 1995. Growth response of big cone douglas fir (*Pseudotsuga macrocarpa*) to long-term ozone exposure in southern California. *Journal of the Air & Waste Management Association* 45:36-45.

Pisanty, Baruch. 2000. Ecosistemas y áreas verdes urbanas. En: Garza G. (coord.) La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Gobierno del Distrito Federal-Colegio de México. México.

Posthumus A.C. 1976. The use of higher plants as indicators for air pollution in the Netherlands. In: *Proceedings of the Kuopio meeting on plant damages caused by air pollution*. Lauri Kärenlampi (ed.) pp. 115-120.

- Posthumus A.C. 1985. Plants as bioindicators for atmospheric pollution. In: *Pollution and their ecotoxicological significance*. Edited by H.W. Nürnberg 1985 John Wiley & Sons Ltd.
- Price, A., W.L. Peter and Peter J.L. 1990. Age dependent and glutathione metabolism in ozone fumigated Barley: A leaf section approach. *Journal of Experimental Botany* 41(231):1309 - 1317
- Quadri de la Torre Gabriel y Sánchez Cataño Luis Rubén. 1994. LA CIUDAD DE MÉXICO Y LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. Primera edición, 316 pp.
- Rich Saul and Neil C. Turner. 1972. Importance of Moisture on stomatal behavior of plants subjected to ozone. *Journal of the air pollution control association*. 22(9):718-721.
- Rivas, A. and J. Peñuelas. 2003. Biomonitoring of troposphere ozone phytotoxicity in rural Catalonia. *Atmospheric Environment*. 37(1): 63-71
- Reich B. P. and R. G. Amundson. 1985. Ambient levels of ozone reduce net photosynthesis in tree and crop species. *Science*, Vol. 230: 566-570.
- Reynolds, S. B., I.C. Trueman, I. Malcolm. Biomonitoring in the Delamere Forest, N. Cheshire, by XRF analysis of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L). 2003. <http://asp.wlv.ac.uk/Level7.asp?UserType=6&Level7=84>. [Consulta: 11 de mayo de 2003].
- Sally Campbell, Gretchen Smith, Pat Temple, John Pronos, Regina Rochefort, and Chris Andersen. 2003. Monitoring for ozone injury in West Coast (Oregon, Washington and California) in 1998. <http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr495.pdf>. [Consulta: 11 de mayo de 2003].
- Sanders, G.E., J.J. Coll and A. G. Clark. 1992. Physiological changes in *Phaseolus vulgaris* in response to long-term ozone exposure. *Annals of Botany* 69: 123-133
- Scherbatskoy, Tim. 2003. Biomonitoring ozone with white clover clones. <http://vmc.snr.uvm.edu/proj.asp?ID=52&Tab=3>. [Consulta 11 de mayo de 2003].
- SE – Secretaría de Energía. 2004. Lluvia ácida. <http://www.energia.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=571> [Consulta: 18 de febrero de 2004].
- Shinohara, T., Yamamoto, Y., Gitano, H. and M. Fukuda. 1975. Studies on weather fleck on tobacco leaves. XII Interactions of environmental factors and the ozone sensitivity of tobacco plants. En: Heggstad, H.E. (1991) Origin of Bel-W3, Bel-C and Bel-B tobacco varieties and their use as indicators of ozone. *Environmental Pollution* 74: 264-291.
- SIMA – Sistema de Información Ambiental. 2001. Media visibilidad. [En línea] [http://www.sima.com.mx/valle de mexico/media visibilidad.htm](http://www.sima.com.mx/valle%20de%20mexico/media%20visibilidad.htm) [Consulta: 18 de febrero de 2004].
- Skelly, J. J. E. Savage, M.L. de Bauer and D. Alvarado. 1997. Observations of ozone-induced foliar injury on black cherry (*Prunus serotina*, var. *capuli*) within the Desierto de Los Leones National Park, Mexico City. *Environmental Pollution* 95:155-158.

Skelly, John M.; Davis, D.D.; Merrill, W.; Cameron E.A.; Brown, H.D.; Drummond, D.B.; Dochinger, L.S.; eds. 1987. DIAGNOSING INJURY TO EASTERN FOREST TREES: A MANUAL FOR IDENTIFYING DAMAGE CAUSED BY AIR POLLUTION, PATHOGENS, INSECTS, AND ABIOTIC STRESSES. National Acid Precipitation Assessment Program, Forest Response Program, Vegetation Survey Research Cooperative. University Park, PA: Agricultural Information Services, College of Agriculture, Department of Plant Pathology, Pennsylvania State University. 122 p.

Sloof, J.E. 1995. Lichens as quantitative biomonitor for atmospheric trace-element deposition using transplants. *Atmospheric Environment* 29(1):11-20

Steel Robert G.D. and James H. Torrie. 1980. PRINCIPLES AND PROCEDURES OF STATISTICS. A BIOMETRICAL APPROACH. Second edition. McGraw-Hill International Editions. Statistics Series.

Steinberger E.H. y Z. Naveh. 1982. Effects of recurrent exposures to small ozone concentrations on Bel-W3 tobacco plants. *Agriculture and Environment* 7:255-263.

Steubing L. G. 1987. Bewertung der lufthygienischen situation im städtischen beereich mittels pflanzlicher indikatoren. *Düsseldorfer Geobot. Kolloq.* 4:53-60.

Temple, P. J., S. N. Linzon y M. L. Smith. 1978. Fluorine and boron effects on vegetation in the vicinity of a fiberglass plant. *Water, Air and Soil pollution* 10:163-174.

Tingey D., R.A. Reinert, J.A. Dunning y W.E. Heck. 1973. Foliar injury responses of eleven plant species to ozone/sulfur dioxide mixtures. *Atmospheric Environment*. Pergamon Press 7:201-208

Tonneijck A. E. y A. C. Posthumus. 1987. Use of indicator plants for biological monitoring of effects of air pollution: the Dutch approach. *VDI BERICHTE NR.* 609.

Treshow, M. 1984. *Air Pollutants and Plant Life*. Capítulo 13. Interaction of air pollutants and plant diseases. 2nd ed. / edited by J.N.B. Bell and M. Treshow, Sussex, England: Wiley

Treshow Michael and Franklin K. Anderson. 1989. PLANT STRESS FROM AIR POLLUTION. John Wiley & Sons. Great Britain 233 p.p.

UNNE, Hipertextos del área de la biología. 2004. Tejidos vegetales: sistema dérmico. <http://www.biologia.edu.ar/plantas/epidermis.htm> [Consulta: 29 de mayo de 2004].

USDA Forest Service. 2003. Ozone Biomonitoring Program. A collaboration between USDA Forest Service and State Partners. www.people.umass.edu/accodev4/biomon/template/index.html [Consulta: 10 de mayo de 2003].

Wisconsin. 2003. Department of Natural Resources. Biomonitoring of Air Quality--Program Overview. www.dnr.state.wi.us/org/aw/air/MONITOR/bioweb/aboutbio.html. [Consulta: 10 de mayo de 2003].

Wiseman R.D. and M. A. Wadleigh. 2002. Lichen response to changes in atmospheric sulphur: isotopic evidence. *Environmental Pollution* 116:235-241.

ANEXOS

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitoreo

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
ALEMANIA		Steubing <i>et al.</i> , 1987	1983	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3 Zacate ballico <i>Lolium multiflorum</i> Lam. Lechuga <i>Lactuca sativa</i> L.	O ₃ Plomo/F/SO ₂ SO ₂ /F/Pb
	Estado de Baden- Wuttemberg	Arnt <i>et al.</i> , 1984	1985	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3 Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. Pinto Espinaca <i>Spinacea oleracea</i> L. var. Monnopa Trébol rojo <i>Trifolium pratense</i> L. var. hege Rabanito <i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>Neckarperle</i> Haba <i>Vicia faba</i> L. var. Herra Ortiga <i>Urtica sp.</i>	O ₃ O ₃ O ₃ O ₃ /SO ₂ O ₃ SO ₂ /O ₃ /NO ₂ O ₃
AUSTRALIA	58 sitios de muestreo en el Distrito de Mt Isa, Queensland	Griffiths, 2003	1998	Eucalipto <i>Eucalyptus leucophloia</i> Brooker Pasto <i>Poa sp</i> Whitewood <i>Atalaya hemiglauca</i> Acacia <i>Acacia sp.</i> Pasto tussock <i>Eragrostis, sp</i> Pasto <i>Artistida, sp</i>	SO ₂ SO ₂ SO ₂ SO ₂ SO ₂
BRASIL	4 sitios diferentes de medición en la zona industrial de Cubatao	Morales <i>et al.</i> , 2002	Sep. 1994 – sep. 1995	Guayavo <i>Psidium guajava</i> L. <i>Psidium cattleianum</i> Sabine	PM, F, S, N
CANADA	Área de Sudbury	Linzon, 1971	1953 - 1963	Pino <i>Pinus sp</i>	SO ₂
	Ontario	Linzon <i>et al.</i> , 1973	1971	Se reporta que se analizaron y observaron 75 especies de plantas ubicadas alrededor de una papelera	SO ₂
	Ontario	Linzon <i>et al.</i> , 1976	1973	Arboles, arbustos y pasto (no se especifica el nombre científico de las especies utilizadas)	Plomo
	Sureste de Ontario	de Temple <i>et al.</i> , 1978	1969-1974 sep. 1975 y sep1976	Gladiola <i>Gladiolus sp.</i> Acer <i>Acer negundo</i> L. <i>Acer saccharum</i> Marsh	Fluor y Boro
	Sureste de Ontario	Linzon <i>et al.</i> , 1979	1968-1977	Oyamel <i>Abies balsamea</i> (L.) Mill,	SO ₂

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitordeo

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
				Acer <i>Acer negundo</i> L. <i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer rubrum</i> L. <i>Acer saccharum</i> L. <i>Acer saccharum</i> Marsh	SO ₂
				Allanto <i>Ailanthus</i> Desf.,	SO ₂
				Altamisa, Artemis, Amargosa <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	SO ₂
				Abedul de las canoas, Abedul papirifero <i>Betula papyrifera</i> Marsh	SO ₂
				Cornejo <i>Cornus</i> sp.	SO ₂
				Tejocote <i>Crataegus</i> sp.	SO ₂
				Fresno <i>Fraxinus</i> sp.	SO ₂
				Cebada <i>Hordeum</i> sp.	SO ₂
				Tomate <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.	SO ₂
				Manzano <i>Malus</i> spp.	
				Abeto <i>Picea abies</i> (L.) Karst <i>Picea glauca</i> (Moench.) Voss <i>Picea pangens</i> Engelm	
				Pino <i>Pinus nigra</i> Arnold <i>Pinus strobus</i> L. <i>Pinus sylvestris</i> L.	
				Abedul <i>Populus</i> sp. <i>Populus tremuloides</i> Michx	
				Ciruelo <i>Prunus</i> sp.	
				Peral <i>Pyrus communis</i> L.	
				Encino <i>Quercus</i> sp.	
				Lilo <i>Syringa vulgaris</i> L.	
				Tuya, árbol de la vida <i>Thuja occidentalis</i> L.	
				Tilo <i>Tilia</i> sp.	
				Trigo <i>Triticum</i> sp.	
				Olmo <i>Ulmus</i> sp.	
				Uva <i>Vitis</i> sp.	
				Maíz <i>Zea mays</i> L.	
	Ontario	Linzon et al., 1973	1971	Acer <i>Acer negundo</i> L.	SO ₂
				Pasto <i>Poa</i> sp	SO ₂

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitoreo

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
	Norte de Sudbury, Ontario	Glooschenko <i>et al.</i> , 1981	1978	Musgo <i>Sphagnum capillaceum</i> (Weiss) Schrank <i>Sphagnum fallax</i> H. Klinggr. <i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp) Klinggr.	Metales pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn)
				Líquén <i>Cladina sp.</i> <i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp) Klinggr <i>Sphagnum capillaceum</i> (Weiss) Schrank	Metales pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn)
				Casandra <i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench	Metales pesados
				Té de Labrador <i>Ledum groenlandicum</i> Oeder	Metales pesados
				Abeto negro <i>Picea mariana</i> (Miller) Britton Sterns, & Poggenburg 1888	Metales pesados
	St. John's, Isla de Newfoundland	Wiseman, <i>et al.</i> , 2002	Junio 1997 – Nov-1998	Líquén <i>Alectoria sarmentosa</i> Ach.	SO ₂
	26 puntos de muestreo al este de Canadá (Ontario, Quebec/New Brunswick)	Environment Canada, 2003	1998-2001	Arce <i>Acer sp</i> Abeto de Douglas o pino oregón <i>Pseudotsuga sp</i> Pino <i>Pinus sp</i>	SO ₂ y O ₃
DINAMARCA	Copenage	Andersen <i>et al.</i> , 1978	1974	Briofita <i>Brachythecium rutabulum</i> Hedw. <i>Rhytidadelphus squarrosus</i> Hedw Líquén <i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex Cromb	Metales pesados (Cu, Pb, Cd, ZN, Ni, V, Cr y Fe)
EGIPTO		Madcour <i>et al.</i> , 2002		Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3 Yute <i>Corchorus olitorius</i> L. Trébol <i>Trifolium alexandrinum</i> L. c.v. Masry Arúgula <i>Eruca sativa</i> Mill. c.v. local. Alfalfa <i>Medicago sativa</i> L. c.v. local	O ₃
EUROPA	10 ciudades de 7 países con 80 puntos de muestreo	Klumpp <i>et al.</i> , 2003	1999-2000	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3 Abedul <i>Populus nigra</i> Brandaris	O ₃

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitordeo

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
				Tradescantia <i>Tradescantia sp.</i> clone 4430	O ₃
				Col rizada o repollo de bruselas <i>Brassica oleracea</i> L. (grupo acephala)	O ₃
				Zacate ballico <i>Lolium multiflorum</i> (Lam) Husnot	SO ₂
ESPAÑA	Regiones de Cataluña y Valencia	Gimeno <i>et al.</i> , 1995	1992	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3, Bel-C y Bel-B	O ₃
		Gimeno <i>et al.</i> , 1995		Melón <i>Cucumis melo</i> L.	O ₃
	Area rural de Cataluña. NE de España	Rivas <i>et al.</i> , 2003	1995-1999	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3	O ₃
ESTADOS UNIDOS	Cincinnati, Ohio	Heck y Heagle, 1970	1966/1968 veranos	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3	O ₃
	3km al norte de la termoeléctrica Colbert, Alabama	Herbert <i>et al.</i> , 1998	1981/1983	Soya <i>Glycine max</i> (L.) Merr. var. Essex.	SO ₂ /NO ₂ /O ₃
	8 km al sur de Raleigh	Heagle <i>et al.</i> , 1987	1983	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. "McNair 944"	O ₃
	Pueblo de Amherst, Massachusetts	Krupa <i>et al.</i> , 1992	1990	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3 y Bel.B	O ₃
	Alrededores de la Isla de Hawaii	Frances y Notcutt, 1996	1990	Líquenes <i>Stereocaulon vulcani</i> (Bory) Ach.	Mercurio
	Raleigh, North Carolina	Heagle <i>et al.</i> , 1994	1989-1991	Trébol <i>Trifolium repens</i> L.	O ₃
	Colina oeste del Monte Mansfield, Vermont	Scherbatsko, 2003	1991	Clones de Trebol blanco <i>Trifolium nigrescens</i> Viv.	O ₃
	Corvallis, Kennedy Centro espacial, Delaware, Amherst, Blacksburg, Raleigh, Riverside, Montañas de San Bernardino	Heagle <i>et al.</i> , 1995	1993 - 1994	Trebol <i>Trifolium repens</i> L.	O ₃
	Montañas de San Bernardino en California	Peterson <i>et al.</i> , 1995		Abeto Douglas <i>Pseudotsuga macrocarpa</i> (Vasey) Mayr	O ₃
	Área rural de New Jersey	Carpi <i>et al.</i> , 1994 y Opsomer <i>et al.</i> , 1995	1993	Musgo <i>Sphagnum sp.</i> Zacate ballico <i>Lolium multiflorum</i> Lam	Mercurio Mercurio
	68 puntos pertenecientes a la Región Oeste (Oregón, Washigton y California) del Programa de Monitoreo de Salud Forestal.	Campell <i>et al.</i> , 2003	1998	Pino <i>Pinus ponderosa</i> Dougl. ex. Laws. <i>Pinus jeffreyi</i> Grev. & Balf. Abedul <i>Populus tremuloides</i> Michx. Sauce <i>Salix scouleriana</i> Barratt ex. Hook.	O ₃ O ₃ O ₃

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitorio

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
				Encino <i>Quercus kelloggii</i> Newberry	O ₃
				Chokecherry <i>Prunus virginiana</i> L.	O ₃
				Nogal <i>Alnus rubra</i> Bong.	O ₃
				<i>Physocarpus malvaces</i> (Greene) Kuntze <i>Physocarpus capitatus</i> (Pursh) Kuntze	O ₃
				Arándaro <i>Vaccinium membranaceum</i> Dougl.	O ₃
				Sauco <i>Sambucus mexicana</i> Presl. <i>Sambucus racemosa</i> L.	O ₃
				Onagra <i>Oenothera elata</i> Kunth.	O ₃
				Ajenjo del país, Estafiate, Estafiate de Castilla <i>Artemesia ludoviciana</i> Nutt. <i>Rubus parviflorus</i> Nutt.	O ₃
				<i>Symphoricarpos albus</i> (l.) Blake	O ₃
ESTONIA	Käsmu, Tartu, Kooraste	Koppe y Sild, 1995	1990 y 1991	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3	O ₃
FINLANDIA	Ciudad de Oulu	Garty <i>et</i> <i>al.</i> , 1996	1993	Liquen <i>H. physoides</i> (L.) Nyl. <i>U. hirta</i> (L.) Webwe em. Mot	Fe, Mg, Na, Zn, Pb, Cu, Ni y Cd
	Mänttä	Kytömaa <i>et al.</i> , 1995	1995	Líquén <i>Hypogymnia physoides</i>	Al
FRANCIA	20 puntos de muestreo en la Isla de Francia, Paris	Galsomiès , <i>et al.</i> , 2003	1995-1996	Musgo <i>Hypnum cupressiforme</i> <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Scleropodium purum</i>	Al, As, Co, Cs, Fe, La, Mn, Rb, Sc, Sm, V and for Cl, Mn, Pb, Rb, Sb, Zn,
HOLANDA	40 sitios de estudio repartios por el país, con especial énfasis en el área de Rotterdam.	Posthumu s, 1976	1976	Gladiola <i>Gladiolus gandavensis</i> L. Var. snow Princess y Flowersong Tulipan <i>Tulipa gesneriana</i> L. Var. Blue Parrot y Preludium Ortiga <i>Urtica urens</i> L. Pasto <i>Poa annua</i> L. Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> Var. Bel-W3) Espinaca <i>Spinacia oleracea</i> L. Var. Subito y Dynamo	HF HF PAN PAN O ₃ O ₃

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitorreo

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
				Petunia <i>Petunia nyctaginiflora</i> Juss. Var. White Joy	Etano (C ₂ H ₄)
				Zacate ballico <i>Lolium multiflorum</i> Lam. var. Optima	F, Cd, Mn, Pb, Zn
	15 sitios de estudio distribuidos a lo largo de Holanda.	Tonneijck & Posthumus, 1987	1986	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3	HF
	8 estaciones ubicadas a lo largo de Holanda	Sloof, 1995	1988-1989	Liquen <i>Parmelia sulcata</i> Tayl.	Cobalto, Scandium y Zinc
	66 localidades a lo largo de Holanda	Kuik <i>et al.</i> , 1995	1992	Musgo <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	Al, As, Ba, Br, Ca, Cu, Co, Cr, Cs, Fe, Hg, I, K, La, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Sc, Se, Sm, Th, V y Zn
INGLATERRA	Imperial College Station, Silwood Park, Ascot (alrededor de 32 km. al oeste del Centro de Londres).	Bell y Cox, 1975	1972	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3, Bel-C y Bel-B	O ₃
	Liphook, Hampshire	McLeod <i>et al.</i> , 1990	1989/1990	Pino <i>Pinus silvestris</i> L.	SO ₂
				Abeto <i>Picea sitchensis</i> (Bong) Carrière	SO ₂
	Silwood Park a 35Km al oeste de Londres	Asmore <i>et al.</i> , 1995	Verano de 1993 y 1994	Cañuela ovina o fescua borrega <i>Festuca ovina</i> L. <i>Fesuca rubra</i> L.	O ₃
				Falso diente de León <i>Leontodon hispidus</i> L. <i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb) Schultes	O ₃
	Cheshire. Bosque Delamere	<i>Reynolds</i> , 2003	Junio, 1994 – Abril, 1996	Pino <i>Pinus sylvestris</i> L.	SO ₂
INDIA	6 km de la Planta termal del Distrito de Mizapur de Uttar Pradesh	Agrawal and Agrawal, 1989	1985/1986	Mango <i>Mangifera indica</i> L.	SO ₂
				Limón <i>Citrus medica</i> L.	SO ₂
				Bugambilia <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd	SO ₂
	Estado Meghalaya Ciudad Shillong	de Gupta, y de 1995	1992	Musgo <i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw) Schimp <i>Bryum argenteum</i> (Hedw) Sphagnum sp.	Cd, Cy, Mn, Pb y Zn
ISRAEL		Naveh y Steinberger, 1978	1972	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3	O ₃
	Haifa	Naved <i>et al.</i> , 1979	1972-1975	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3, Bel-C y Bel-W3	O ₃
				Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> . L. var. Pinto	O ₃

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitordeo

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
				Gladiola <i>Gladiolus sp</i>	Fluor
				Pino <i>Pinus canariensis</i> Sweet ex Spreng <i>Pinus brutia</i> Ten. <i>Pinus halapensis</i> Miller	SO ₂
		Donagi and Goren, 1979	1977	Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	NO ₂
	10 sitios de monitoreo ubicados en los alrededores de la planta de energía eléctrica de Oroth Rabin en Hadera	Garty <i>et</i> <i>al.</i> , 2003	Julio 2000 – Enero 2001	Liquen <i>Ramalina lacera</i> (With.) <i>J.R. Laund</i> Algarrobo <i>Ceratonia siliqua</i> L.	B, Fe, Mg, Mn, Na, Pb, S, Sn y Ti
ITALIA	Estación de monitoreo en Brera, Milan	Bioindi <i>et</i> <i>al.</i> , 1992	1991	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3	O ₃
	1) Redesecio di Segrate (área urbana cercana a Milan) 2) Isola Serafine (área rural cercana a Piancenza)	Fumagalli <i>et al.</i> , 2003	1) 1996 2) 1997 - 1999	Trébol blanco <i>Trifolium repens</i> L. cv. Regal, clones NC-R y NC- S	O ₃
	Florenca. 10 sitios de biomonitordeo	Bussotti <i>et</i> <i>al.</i> , 2003	May – Oct 1996	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3 y Bel-B Pino <i>Pinus halepensis</i> Mill Zacate ballico <i>Lolium multiflorum</i> L.	O ₃ Pb, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, cloro y azufre
	Nápoles. 23 sitios de muestreo	Adamo <i>et</i> <i>al.</i> , 2003	Julio de 1999	Musgo <i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Liquen <i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.)	Al, As, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V y Zn
	Liguria (Noroeste de Italia)	Brunialti <i>et</i> <i>al.</i> , 2003		Liquen <i>Parmelietum acetabuli</i>	SO ₂
MEXICO	El Ajusco, D.F.	Hernández <i>et al.</i> , 1982	1981	Avena <i>Avena sativa</i> L. Var. Clintland Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3, Bel-C y Bel-B Petunia <i>Petunia axilaria</i> Lam Var. Snowstorm Pasto <i>Poa annua</i> L. Rábano <i>Raphanus sativus</i> L Var. Cherry Belle Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Var. Pinto California.	O ₃ O ₃ O ₃ O ₃ O ₃
	Ciudad del México	Hernández <i>et al.</i> , 1981	1981	Eucalipto <i>Eucaliptus globulus</i> Labill.	O ₃

Anexo I. Países que han desarrollado programas de biomonitorreo

PAIS	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	ESPECIE	CONTAMINANTE
	Ciudad de México	Hernández, 1993	1992	Alfalfa <i>Medicago sativa</i> L.	SO ₂
	Ajusco, D.F.	Hernández et al., 1984	1983	Pinos <i>Pinus hartwegii</i> Lindley <i>Pinus montezumae</i> var. Lindley	O ₃
	Montecillos, Estado de México	Laguetta et al., 1986	1984	Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. Canario 107 y Pinto11	O ₃
	Ciudad de México	Gidi et al., 1988	1988	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3, Bel-C y Bel-B	O ₃
	Noroeste de la Ciudad de México	Chacalo, 1989	1989	Alfalfa <i>Medicago sativa</i> K. L. Avena <i>Avena sativa</i> L. Espinacas <i>Spinaca oleacea</i> L. Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. Trigo <i>Triticum aestivum</i> L. Lechuga <i>Lectuca sativa</i> L. Jitomate <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill. Frijol pinto <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Frijol de soya <i>Phaseolus sp.</i>	O ₃ y SO ₂ O ₃ y PAN O ₃ O ₃ O ₃ y SO ₂ SO ₂ y PAN O ₃ , PAN y etileno PAN SO ₂
	Volcán Ajusco	Herrera, 1990	1990	Petunia <i>Petunia axillaris</i> L. Gladiola <i>Gladiolus spp.</i> Cebada <i>Hordeum vulgare</i> L.	O ₃ y PAN Flúor O ₃ y SO ₂
	Zona Metropolitana de la Ciudad de México	Hernández, 1993	1993	Liquen <i>Ramalia farinacea</i> (L.) Ach.	Plomo
	Parque Nacional Desierto de los Leones	Skelly et al., 1997	Junio, 1995	Alfalfa <i>Medicago sativa</i> L. Cerezo Negro <i>Prunus serotina</i> Ehrh	SO ₂ O ₃
NORUEGA	Birkenes, Nordmoen, Osean, Kávatn, Jergul y Svanvik	Berg et al., 1995	1990	Musgo <i>Hylocomium splendens</i> (Hewd) BSG	Na, Mg, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, La, Pb
PAQUISTAN	Ciudad de Lahore	Maggs et al., 1995	Nov.1991 y oct. 1993	Trigo <i>Triticum aestivum</i> L. Arroz <i>Oryza sativa</i> L.	O ₃
POLONIA		Bytnerowicz et al., 1993	1991	Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> L. var. Bel-W3 y Bel-B	O ₃
SUECIA	Diferentes regiones de Suecia	Karlsson et al., 1995	1992-1994	Trébol <i>Trifolium subterraneum</i> L.	O ₃

Anexo II. Producción de las plantas de tabaco.

La producción de las plantas se realizó en el Colegio de Postgraduados de Montecillo, Chapingo, en un invernadero que contaba con suministro de aire filtrado con carbón activado, a una temperatura constante de 20°C.



Plántulas de tabaco
transplantadas a suelo
franco-arenoso

8 semanas



Plantas de tabaco transplantadas en
macetas de plástico de 19 X 19 cm

8 semanas

Una vez que las plantas completaron su desarrollo en el invernadero, éstas fueron transportadas a las estaciones de monitoreo para su exposición.

Anexo III. Método de identificación del daño provocado por el ozono en las hojas de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B.

La identificación del daño provocado por el ozono en el tabaco según Arndt (1985), se basa en los siguientes puntos:

En fases iniciales, el ozono afecta el haz de la hoja, desencadenando la aparición de manchas punteadas oscuras de color azul-verde a azul-negro, las cuales después de 5 a 24 horas cambian a blanquecinas o color marfil.

El daño se distribuye sobre el haz de manera uniforme, empezando por el ápice de la hoja.

Los efectos severos se presentan como necrosis foliares de color marfil entre las nervaduras.

De esta forma la severidad del daño foliar es determinada en porcentaje, tomando en cuenta tanto la densidad como la distribución del punteado a lo largo de las hojas, tal como se muestra en la siguiente figura.

Anexo IV. Formato de captura de datos para las plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), variedades Bel-W3, Bel-C y Bel-B.

PERIODO _____

ESTACIÓN _____

FECHA _____

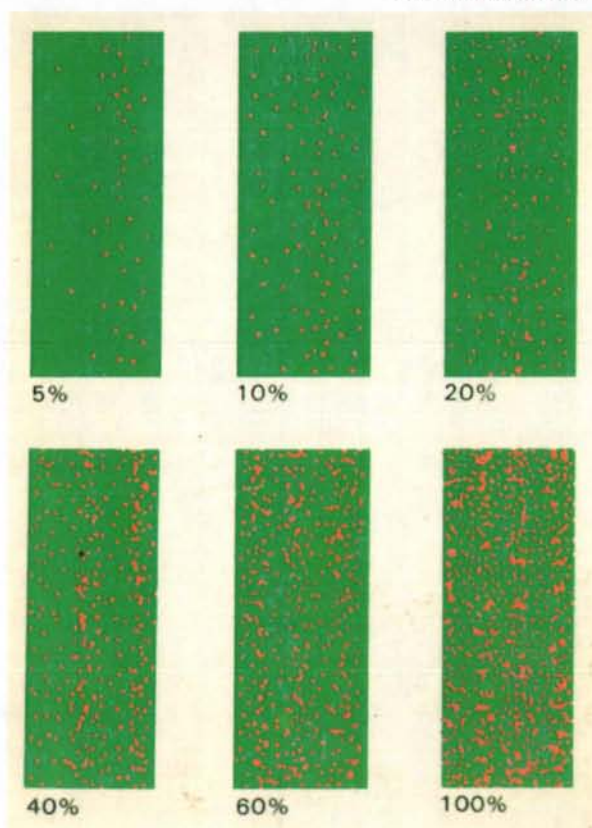
VARIEDAD BEL-W3					
1	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
2	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
3	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
4	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				

VARIEDAD BEL-C					
1	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
2	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
3	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
4	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				

VARIEDAD BEL-B					
1	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
2	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
3	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				
4	altura	hoja 1	hoja 2	hoja 3	hoja 4
	largo				
	ancho				
	daño				
	hongos				

OBSERVACIONES

Figura. All-1. Guía utilizada para la asignación de porcentaje de daño observado en las plantas de tabaco.



Estimación del daño foliar	Superficie dañada (%)
Sin daño	0
Ligero	1 – 5
Ligero – Moderado	6 – 10
Moderado	11 – 20
Moderado – Severo	21 – 40
Severo	41 – 60
Muy severo	61 – 100

Fuente; Rust Scoring Guide. Instituto for Plant Protection and International Maize and Wheat Improvement Center.

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
1.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	1	3	55.7	1.5	1.4	0.00	2.6	1.4	0.00	3.3	1.8	0.00	8.4	5.1	0.00	0.000	0.000
2.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	2	3	21.1	0.3	0.4	0.00	0.2	0.2	0.00	0.6	0.1	0.00	1.4	0.4	0.00	0.000	0.000
3.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	3	3	22.5	0.3	0.1	0.00	0.5	0.6	0.00	1.2	0.5	0.00	1.4	0.7	0.00	0.000	0.000
4.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	1	3	11.0	1.2	0.7	0.00	1.0	1.0	0.00	0.3	0.3	0.00	6.3	3.0	0.00	0.218	0.124
5.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	2	3	15.0	0.1	0.1	0.00	3.6	0.2	0.00	2.0	0.4	0.00	0.1	3.6	0.00	0.218	0.124
6.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	3	3	9.5	0.1	0.1	0.00	1.3	0.3	0.00	2.2	0.7	0.00	3.2	1.4	0.00	0.218	0.124
7.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	1	3	15.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.0	3.0	0.00	0.1	0.1	15.00	0.247	0.173
8.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	2	3	26.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	3.5	3.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.247	0.173
9.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	3	3	17.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	10.00	0.1	0.1	0.00	1.1	0.1	0.00	0.247	0.000
10.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	1	3	20.5	0.1	0.1	0.00	0.1	1.0	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.160	0.110
11.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	2	3	4.0	0.1	0.1	0.00	3.0	2.2	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.160	0.110
12.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	3	3	23.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.160	0.110
13.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	1	2	44.0	0.3	0.3	0.00	1.0	0.5	0.00	2.6	1.4	0.00	6.7	3.4	0.00	0.000	0.000
14.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	2	2	23.7	0.1	0.2	0.00	0.1	0.4	0.00	0.7	0.4	0.00	1.4	0.7	0.00	0.000	0.000
15.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	3	2	29.3	0.3	0.2	0.00	0.4	0.8	0.00	1.0	1.5	0.00	1.8	1.2	0.00	0.000	0.000
16.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	1	2	13.0	0.3	0.1	0.00	2.0	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	3.2	2.0	0.00	0.218	0.124
17.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	2	2	17.5	0.1	0.8	0.00	0.7	0.3	0.00	2.9	2.0	10.00	5.9	3.9	0.00	0.218	0.124
18.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	3	2	11.4	1.1	0.2	0.00	0.2	0.7	0.00	1.5	0.9	0.00	2.8	1.0	0.00	0.218	0.124
19.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	1	2	20.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	3.0	3.1	30.00	3.2	0.7	40.00	0.247	0.173
20.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	2	2	22.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.8	3.0	5.00	0.1	7.3	0.00	0.247	0.173
21.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	3	2	21.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.4	0.1	20.00	3.2	2.0	10.00	0.247	0.173
22.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	1	2	14.5	1.3	0.3	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.160	0.110
23.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	2	2	4.8	6.1	3.2	0.00	0.2	1.7	0.00	0.1	0.1	0.00	3.8	0.7	0.00	0.160	0.110
24.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	3	2	13.0	0.1	0.4	0.00	0.1	0.1	0.00	1.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.160	0.110
25.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	1	1	24.7	0.5	0.5	0.00	1.2	0.6	0.00	0.7	1.0	0.00	1.9	0.7	0.00	0.000	0.000
26.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	2	1	21.7	0.7	0.5	0.00	1.3	1.2	0.00	1.4	1.2	0.00	1.9	1.4	0.00	0.000	0.000
27.	1990	OCT/01 – OCT/10	1	3	1	28.1	0.8	0.3	0.00	1.7	0.3	0.00	1.4	1.6	0.00	1.5	1.1	0.00	0.000	0.000
28.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	1	1	16.0	0.4	0.4	0.00	2.0	0.5	10.00	1.0	0.5	20.00	1.5	0.6	0.00	0.218	0.124
29.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	2	1	15.0	0.2	0.5	0.00	0.3	0.2	0.00	2.3	0.7	0.00	3.8	1.5	10.00	0.218	0.124
30.	1990	OCT/01 – OCT/10	2	3	1	0.0	1.3	0.5	0.00	0.6	0.1	0.00	0.8	0.1	0.00	0.1	0.6	0.00	0.218	0.124
31.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	1	1	13.6	0.1	0.1	70.00	0.1	0.1	0.00	1.4	0.8	100.00	6.0	2.8	20.00	0.247	0.173
32.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	2	1	13.5	6.0	2.1	90.00	0.1	0.1	40.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	60.00	0.247	0.173
33.	1990	OCT/01 – OCT/10	3	3	1	14.7	0.1	0.1	30.00	0.1	0.1	50.00	1.0	1.9	100.00	1.8	0.9	40.00	0.247	0.173
34.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	1	1	17.9	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.9	0.00	2.8	0.1	20.00	0.160	0.110
35.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	2	1	9.7	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	1.6	0.00	0.1	0.1	0.00	0.160	0.110

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Dañ01	Largo2	Ancho2	Dañ02	Largo3	Ancho3	Dañ03	Largo4	Acho4	Dañ04	Máximo de O3	PrommO3	
36.	1990	OCT/01 – OCT/10	4	3	1	14.5	0.1	0.1	0.00	0.5	1.4	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.160	0.110
37.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	1	3	45.0	0.5	0.3	0.00	0.4	0.4	0.00	0.8	0.7	0.00	1.4	1.0	0.00	0.000	0.000
38.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	2	3	39.0	0.6	0.2	0.00	0.4	0.1	0.00	1.3	0.7	0.00	3.7	1.9	0.00	0.000	0.000
39.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	2	3	22.5	0.3	0.1	0.00	0.5	0.6	0.00	1.2	0.5	0.00	1.4	0.7	0.00	0.000	0.000
40.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	1	3	18.0	0.1	0.1	0.00	1.7	1.0	0.00	4.0	2.7	0.00	5.7	3.6	0.00	0.151	0.104
41.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	2	3	17.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.4	1.2	0.00	4.4	2.4	0.00	0.151	0.104
42.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	3	3	11.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	4.0	2.2	0.00	6.0	3.6	0.00	0.151	0.104
43.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	1	3	9.0	0.9	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	3.4	2.9	0.00	0.264	0.209
44.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	2	3	10.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.264	0.209
45.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	3	3	5.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.5	0.00	0.5	1.1	0.00	3.3	2.4	0.00	0.264	0.209
46.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	1	3	6.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
47.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	2	3	11.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
48.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	3	3	3.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
49.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	1	2	34.0	0.7	0.8	0.00	1.2	1.0	0.00	2.4	1.7	0.00	0.7	2.8	0.00	0.000	0.000
50.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	2	2	40.5	0.9	0.9	0.00	1.8	1.7	0.00	0.1	2.1	0.00	2.3	3.0	0.00	0.000	0.000
51.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	3	2	41.9	0.3	1.3	0.00	0.2	1.4	0.00	1.8	1.1	0.00	3.0	2.6	0.00	0.000	0.000
52.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	1	2	11.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	6.5	3.3	0.00	0.151	0.104
53.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	2	2	8.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.151	0.104
54.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	3	2	14.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	3.3	3.0	0.00	11.7	6.5	0.00	0.151	0.104
55.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	1	2	6.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.5	0.00	1.0	2.1	0.00	4.0	3.5	0.00	0.264	0.209
56.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	2	2	13.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	3.5	1.7	0.00	0.264	0.209
57.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	3	2	15.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.264	0.209
58.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	1	2	4.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
59.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	2	2	8.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
60.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	3	2	6.3	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
61.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	1	1	24.7	0.5	0.5	0.00	1.2	0.6	0.00	0.7	1.0	0.00	1.9	0.7	0.00	0.000	0.000
62.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	2	1	21.7	0.7	0.5	0.00	1.3	1.2	0.00	1.4	1.2	0.00	1.9	1.4	0.00	0.000	0.000
63.	1990	OCT/10 – OCT/18	1	3	1	28.1	0.8	0.3	0.00	1.7	0.3	0.00	1.4	1.6	0.00	1.5	1.1	0.00	0.000	0.000
64.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	1	1	7.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.3	0.9	0.00	3.4	3.1	0.00	0.151	0.104
65.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	2	1	18.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	10.00	0.151	0.104
66.	1990	OCT/10 – OCT/18	2	3	1	14.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.7	2.9	0.00	0.151	0.104
67.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	1	1	10.7	0.1	0.1	0.00	3.2	1.0	0.00	3.2	2.0	30.00	6.9	4.5	0.00	0.264	0.209
68.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	2	1	15.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	5.3	2.1	0.00	0.264	0.209
69.	1990	OCT/10 – OCT/18	3	3	1	19.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.264	0.209
70.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	1	1	12.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
71.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	2	1	4.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137
72.	1990	OCT/10 – OCT/18	4	3	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.137

Anexo V. Base de datos

	Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3
73.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	1	3	10.7	0.2	0.2	0.00	0.6	0.9	0.00	1.2	1.3	0.00	1.1	1.3	0.00	0.000	0.000
74.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	2	3	10.1	0.4	0.4	0.00	1.1	0.6	0.00	0.4	0.4	0.00	3.5	2.2	0.00	0.000	0.000
75.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	3	3	16.0	0.4	0.4	0.00	1.3	1.2	0.00	0.8	0.9	0.00	0.8	3.3	0.00	0.000	0.000
76.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	1	2	16.9	0.5	0.3	0.00	0.7	0.5	0.00	0.9	0.3	0.00	1.0	0.3	0.00	0.000	0.000
77.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	2	2	20.9	0.8	0.2	0.00	0.5	0.2	0.00	0.7	0.4	0.00	1.4	0.5	0.00	0.000	0.000
78.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	3	2	19.9	0.3	0.4	0.00	1.3	0.2	0.00	0.7	0.5	0.00	1.9	0.4	0.00	0.000	0.000
79.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	1	1	15.2	1.2	0.4	0.00	0.7	0.2	0.00	0.9	0.3	0.00	0.8	0.2	0.00	0.000	0.000
80.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	2	1	8.4	1.2	0.4	0.00	1.4	0.4	0.00	2.5	0.4	0.00	1.3	0.8	0.00	0.000	0.000
81.	1990	OCT/19 – OCT/25	1	3	1	9.1	1.2	0.6	0.00	0.9	0.3	0.00	2.8	0.4	0.00	1.8	0.9	0.00	0.000	0.000
82.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	1	3	12.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
83.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	2	3	5.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
84.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	3	3	8.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
85.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	1	3	7.1	0.1	0.1	0.00	1.0	0.5	0.00	3.2	1.5	10.00	6.4	4.3	15.00	0.249	0.133
86.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	2	3	5.7	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.1	1.1	15.00	4.2	2.4	5.00	0.249	0.133
87.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	3	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.249	0.133
88.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	1	3	16.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.4	0.3	0.00	0.1	0.1	0.00	0.130	0.105
89.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	2	3	10.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.0	1.1	0.00	0.9	1.4	0.00	0.130	0.105
90.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	3	3	1.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.130	0.105
91.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	1	2	9.2	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
92.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	2	2	2.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
93.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	3	2	5.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
94.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	1	2	9.5	0.7	0.2	0.00	0.6	0.3	0.00	1.9	1.6	5.00	6.2	3.4	20.00	0.153	0.109
95.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	2	2	6.3	0.1	0.1	0.00	0.1	0.2	0.00	1.2	0.7	10.00	2.1	1.4	15.00	0.153	0.109
96.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	3	2	9.2	0.1	0.8	0.00	0.3	0.4	0.00	2.3	1.0	10.00	6.5	3.0	25.00	0.153	0.109
97.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	1	2	3.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.0	1.0	0.00	1.0	0.5	0.00	0.130	0.105
98.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	2	2	14.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.7	1.5	0.00	0.130	0.105
99.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	3	2	1.2	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.130	0.105
100.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	1	1	13.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
101.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	2	1	16.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
102.	1990	OCT/19 – OCT/25	2	3	1	9.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.161	0.098
103.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	1	1	3.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.249	0.133
104.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	2	1	2.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	20.00	0.1	0.1	60.00	0.249	0.133
105.	1990	OCT/19 – OCT/25	3	3	1	6.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	20.00	0.1	0.1	60.00	0.1	0.1	80.00	0.249	0.133
106.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	1	1	12.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.130	0.105
107.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	2	1	17.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.130	0.105
108.	1990	OCT/19 – OCT/25	4	3	1	4.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.130	0.105
109.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	1	3	2.9	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000

Anexo V. Base de datos

	Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3
110.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	2	3	2.6	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
111.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	3	3	2.7	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
112.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	1	3	4.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.310	0.159
113.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	2	3	3.6	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.310	0.159
114.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	3	3	2.9	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.310	0.159
115.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	1	3	9.9	1.5	0.8	0.00	0.4	0.2	0.00	5.2	0.6	5.00	3.0	1.7	0.00	0.349	0.236
116.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	2	3	7.0	4.2	0.6	0.00	4.0	0.8	0.00	2.7	0.9	0.00	1.5	0.7	0.00	0.349	0.236
117.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	3	3	4.0	1.4	0.3	0.00	1.1	0.4	0.00	0.3	0.8	10.00	0.4	0.9	15.00	0.349	0.236
118.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	1	3	7.2	0.4	0.1	0.00	0.6	0.1	0.00	0.6	0.6	0.00	0.4	0.1	0.00	0.314	0.272
119.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	2	3	5.7	0.1	0.2	0.00	0.4	0.3	0.00	0.2	0.6	0.00	1.4	1.0	0.00	0.314	0.272
120.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	3	3	9.0	0.2	0.1	0.00	0.5	0.3	0.00	0.3	0.5	0.00	0.5	0.2	0.00	0.314	0.272
121.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	1	2	3.2	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
122.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	2	2	2.1	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
123.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	3	2	2.4	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
124.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	1	2	3.0	1.8	0.1	0.00	1.3	0.3	0.00	0.1	0.2	5.00	2.1	0.6	0.00	0.310	0.159
125.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	2	2	5.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.310	0.159
126.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	3	2	5.8	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.310	0.159
127.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	1	2	2.8	1.5	0.5	0.00	1.5	0.8	0.00	1.3	1.0	5.00	0.4	0.9	0.00	0.349	0.236
128.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	2	2	11.2	7.0	2.9	0.00	7.1	2.5	0.00	6.2	2.0	0.00	4.3	2.2	30.00	0.349	0.236
129.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	3	2	2.2	0.9	0.5	5.00	0.4	2.9	5.00	0.3	0.6	5.00	0.8	0.5	0.00	0.349	0.236
130.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	1	2	5.5	0.2	0.4	0.00	0.3	0.3	5.00	0.6	0.5	0.00	0.3	0.8	5.00	0.314	0.272
131.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	2	2	4.5	0.5	0.2	0.00	0.2	0.3	0.00	0.6	0.6	0.00	1.3	0.7	0.00	0.314	0.272
132.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	3	2	5.5	0.5	0.5	0.00	0.3	0.3	0.00	0.6	0.6	0.00	1.8	1.5	0.00	0.314	0.272
133.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	1	1	2.6	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
134.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	2	1	2.9	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
135.	1991	MAY/27 – JUN/06	1	3	1	3.6	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
136.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	1	1	3.5	0.1	0.2	0.00	0.8	0.1	0.00	0.5	0.5	0.00	2.1	1.3	0.00	0.310	0.159
137.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	2	1	1.2	0.1	0.1	0.00	0.2	0.4	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	0.4	0.00	0.310	0.159
138.	1991	MAY/27 – JUN/06	2	3	1	2.0	0.3	0.3	0.00	0.5	0.7	0.00	0.5	0.6	0.00	3.8	1.8	0.00	0.310	1.595
139.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	1	1	1.0	0.9	1.4	10.00	0.5	0.6	10.00	4.0	0.1	20.00	0.5	0.3	10.00	0.349	0.236
140.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	2	1	2.5	0.3	0.3	0.00	0.3	0.3	20.00	0.6	0.5	50.00	2.7	1.0	15.00	0.349	0.236
141.	1991	MAY/27 – JUN/06	3	3	1	2.4	0.2	0.1	0.00	0.4	0.4	0.00	0.8	0.7	0.00	2.3	1.3	0.00	0.349	0.236
142.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	1	1	2.4	0.2	0.6	0.00	0.7	0.3	0.00	0.8	0.1	0.00	1.8	1.4	15.00	0.314	0.272
143.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	2	1	5.2	0.2	0.4	0.00	0.4	0.4	0.00	1.4	0.6	0.00	2.6	1.3	0.00	0.314	0.272
144.	1991	MAY/27 – JUN/06	4	3	1	6.9	0.6	0.1	0.00	1.1	0.5	0.00	2.1	0.8	0.00	4.8	2.9	15.00	0.314	0.272
145.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	1	3	7.4	0.7	0.2	0.00	0.5	0.2	0.00	0.9	0.2	0.00	1.1	0.2	0.00	0.000	0.000
146.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	2	3	8.6	1.5	0.1	0.00	1.3	0.3	0.00	1.4	0.2	0.00	1.9	0.3	0.00	0.000	0.000

Anexo V. Base de datos

	Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3
147.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	3	3	6.3	0.6	0.2	0.00	0.6	0.2	0.00	1.1	0.1	0.00	1.3	0.2	0.00	0.000	0.000
148.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	1	2	8.1	1.5	0.3	0.00	0.8	0.1	0.00	1.4	0.2	0.00	1.3	0.2	0.00	0.000	0.000
149.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	2	2	7.1	1.1	0.2	0.00	0.5	0.2	0.00	0.4	0.2	0.00	0.5	0.2	0.00	0.000	0.000
150.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	3	2	8.5	0.4	0.1	0.00	0.2	0.2	0.00	0.4	0.3	0.00	1.1	0.3	0.00	0.000	0.000
151.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	1	1	6.8	0.3	0.1	0.00	0.7	0.1	0.00	0.7	0.3	0.00	1.7	0.4	0.00	0.000	0.000
152.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	2	1	6.2	1.2	0.1	0.00	1.3	0.2	0.00	2.8	0.3	0.00	1.9	0.5	0.00	0.000	0.000
153.	1991	JUN/24 – JUL/01	1	3	1	6.4	1.5	0.3	0.00	1.2	0.1	0.00	1.5	0.2	0.00	2.1	0.2	0.00	0.000	0.000
154.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	1	3	2.7	0.1	1.0	0.00	0.1	0.9	0.00	0.4	0.8	0.00	0.2	0.6	0.00	0.106	0.076
155.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	2	3	2.9	0.3	2.3	0.00	0.1	1.7	0.00	0.1	0.2	0.00	0.2	0.6	0.00	0.106	0.076
156.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	3	3	4.0	1.6	2.3	0.00	0.4	0.5	0.00	0.5	0.7	0.00	0.3	0.8	0.00	0.106	0.076
157.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	1	3	4.2	0.1	0.6	0.00	0.5	0.8	0.00	0.3	0.5	0.00	0.6	0.5	0.00	0.321	0.151
158.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	2	3	2.1	0.1	0.5	0.00	0.1	0.7	0.00	0.6	0.3	0.00	0.5	0.7	0.00	0.321	0.151
159.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	3	3	3.3	0.1	0.7	0.00	0.2	0.6	0.00	0.5	0.2	0.00	0.5	0.7	0.00	0.321	0.151
160.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	1	3	5.1	0.3	0.6	0.00	0.6	0.5	0.00	1.4	0.6	0.00	0.5	0.3	0.00	0.269	0.149
161.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	2	3	5.7	0.3	0.8	0.00	0.4	0.5	0.00	0.4	0.5	0.00	0.6	0.6	0.00	0.269	0.149
162.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	3	3	5.3	0.1	0.6	0.00	0.2	0.6	0.00	0.1	0.5	0.00	1.5	0.7	0.00	0.269	0.149
163.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	1	2	4.1	0.6	2.6	0.00	0.5	0.7	0.00	0.9	0.6	0.00	0.2	0.6	0.00	0.106	0.076
164.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	2	2	1.5	0.2	0.6	0.00	0.2	0.5	0.00	0.5	0.4	0.00	1.0	0.8	0.00	0.106	0.076
165.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	3	2	4.2	0.2	0.7	0.00	0.1	0.5	0.00	0.5	0.6	0.00	0.8	0.2	0.00	0.106	0.076
166.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	1	2	2.5	0.2	0.8	0.00	1.5	0.6	0.00	1.6	0.3	0.00	1.1	0.1	0.00	0.321	0.151
167.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	2	2	2.8	0.8	0.5	0.00	0.1	0.6	0.00	1.0	0.9	0.00	1.1	0.1	5.00	0.321	0.151
168.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	3	2	7.2	0.1	0.4	0.00	0.2	1.3	0.00	1.3	2.0	0.00	1.0	0.2	0.00	0.321	0.151
169.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	1	2	5.0	0.1	1.0	0.00	0.9	0.7	0.00	0.6	0.4	0.00	0.8	0.8	0.00	0.269	0.149
170.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	2	2	6.3	0.3	0.5	0.00	0.8	0.4	0.00	0.6	0.2	0.00	0.7	0.4	0.00	0.269	0.149
171.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	3	2	4.0	0.2	0.6	0.00	1.2	0.6	0.00	0.3	0.5	0.00	0.7	0.2	0.00	0.269	0.149
172.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	1	1	3.2	0.7	1.7	0.00	0.4	1.1	0.00	0.2	1.2	0.00	0.1	0.4	0.00	0.106	0.076
173.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	2	1	2.0	0.1	0.6	0.00	0.1	1.0	0.00	0.1	0.4	0.00	1.3	0.1	0.00	0.106	0.076
174.	1991	JUN/24 – JUL/01	2	3	1	3.0	0.2	0.5	0.00	0.9	0.8	0.00	0.9	0.3	0.00	0.7	0.1	0.00	0.106	0.076
175.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	1	1	1.7	1.6	0.4	0.00	0.5	1.2	0.00	1.5	1.0	0.00	1.5	2.0	10.00	0.321	0.151
176.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	2	1	3.6	0.1	0.6	0.00	3.4	0.5	0.00	1.8	1.6	5.00	0.7	0.1	0.00	0.321	0.151
177.	1991	JUN/24 – JUL/01	3	3	1	3.0	0.7	1.3	0.00	0.7	1.0	15.00	1.5	1.1	80.00	1.3	0.6	40.00	0.321	0.151
178.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	1	1	7.3	0.7	0.7	0.00	0.5	0.6	0.00	0.7	0.2	0.00	1.2	0.1	0.00	0.269	0.149
179.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	2	1	4.6	0.1	0.5	0.00	0.4	0.4	0.00	0.7	0.6	0.00	1.3	0.3	0.00	0.269	0.149
180.	1991	JUN/24 – JUL/01	4	3	1	6.3	0.3	0.7	0.00	0.6	0.7	0.00	0.9	0.4	0.00	1.6	0.3	0.00	0.269	0.149
181.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	1	3	5.6	0.7	0.1	0.00	0.9	0.4	0.00	1.9	0.8	0.00	4.5	2.5	0.00	0.000	0.000
182.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	2	3	7.6	1.1	0.1	0.00	1.3	0.3	0.00	1.9	0.4	0.00	1.6	0.9	0.00	0.000	0.000
183.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	3	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
184.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	1	3	1.5	0.9	0.4	0.00	0.7	0.4	0.00	1.3	0.5	0.00	3.2	1.9	0.00	0.187	0.130
185.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	2	3	0.8	0.7	0.7	0.00	1.0	0.1	0.00	2.2	0.6	0.00	3.2	1.3	0.00	0.187	0.130
186.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	3	3	1.7	0.3	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	1.6	0.3	0.00	2.6	1.0	0.00	0.187	0.130
187.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	1	3	3.6	0.8	0.5	0.00	1.0	0.3	5.00	1.8	0.3	5.00	2.7	0.9	0.00	0.247	0.216
188.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	2	3	3.4	0.9	0.4	0.00	1.6	0.1	0.00	0.1	1.5	5.00	3.0	0.9	0.00	0.247	0.216
189.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	3	3	2.9	0.9	0.4	0.00	1.6	0.1	0.00	1.5	0.5	0.00	3.0	0.9	0.00	0.247	0.216
190.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	1	3	0.4	0.8	0.9	0.00	1.5	1.3	0.00	2.0	1.2	0.00	3.0	1.7	0.00	0.230	0.184
191.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	2	3	2.3	1.0	0.4	0.00	1.2	1.2	0.00	2.3	1.5	0.00	2.8	1.7	0.00	0.230	0.184
192.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	3	3	2.4	1.6	1.5	0.00	4.1	2.3	0.00	3.8	2.2	0.00	4.4	2.8	0.00	0.230	0.184
193.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	1	2	5.6	0.8	0.2	0.00	0.9	0.4	0.00	1.4	0.7	0.00	1.1	1.7	0.00	0.000	0.000
194.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	2	2	5.8	1.0	0.3	0.00	1.7	0.9	0.00	2.9	1.9	0.00	5.1	1.5	0.00	0.000	0.000
195.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	3	2	5.6	0.8	0.1	0.00	1.1	0.4	0.00	2.9	1.6	0.00	5.5	2.3	0.00	0.000	0.000
196.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	1	2	0.7	0.6	0.4	0.00	1.0	0.2	0.00	2.2	0.5	0.00	2.4	1.0	0.00	0.187	0.130
197.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	2	2	1.5	0.5	0.5	0.00	0.9	0.1	0.00	2.0	0.6	0.00	12.8	1.3	0.00	0.187	0.130
198.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	3	2	1.0	0.2	0.8	0.00	0.6	0.2	0.00	1.0	0.1	0.00	3.2	0.1	0.00	0.187	0.130
199.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	1	2	0.4	0.1	0.1	0.00	0.4	1.5	0.00	1.2	0.2	5.00	3.6	1.5	0.00	0.247	0.216
200.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	2	2	3.4	0.8	0.4	0.00	0.9	0.1	0.00	1.9	0.3	0.00	3.1	1.4	5.00	0.247	0.216
201.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	3	2	1.8	0.1	0.1	0.00	0.6	0.3	5.00	1.9	0.8	5.00	3.4	1.6	0.00	0.247	0.216
202.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	1	2	3.5	1.0	0.6	0.00	1.2	1.3	0.00	1.4	1.5	0.00	3.4	2.6	0.00	0.230	0.184
203.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	2	2	1.8	0.4	0.6	0.00	0.9	1.0	0.00	1.0	1.4	0.00	2.6	2.0	0.00	0.230	0.184
204.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	3	2	1.4	1.0	0.7	0.00	1.2	1.5	0.00	3.5	3.0	0.00	5.2	3.5	0.00	0.230	0.184
205.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	1	1	7.2	0.7	0.4	0.00	0.5	0.4	0.00	1.0	0.3	0.00	2.3	1.2	0.00	0.000	0.000
206.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	2	1	5.5	0.8	0.4	0.00	0.9	0.3	0.00	1.2	0.5	0.00	2.2	1.0	0.00	0.000	0.000
207.	1991	JUL/23 – AGO/02	1	3	1	7.4	0.8	0.8	0.00	1.1	0.5	0.00	0.7	0.5	0.00	2.1	0.7	0.00	0.000	0.000
208.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	1	1	3.7	0.3	0.2	0.00	1.1	0.1	0.00	2.2	0.3	0.00	4.7	2.4	0.00	0.187	0.130
209.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	2	1	0.4	0.5	0.1	0.00	0.1	0.2	0.00	2.1	0.9	0.00	2.2	0.7	0.00	0.187	0.130
210.	1991	JUL/23 – AGO/02	2	3	1	5.1	1.2	0.1	0.00	2.5	0.3	0.00	1.9	0.3	0.00	5.6	3.0	0.00	0.187	0.130
211.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	1	1	3.1	0.4	0.1	5.00	0.3	0.1	5.00	1.2	0.3	5.00	1.1	0.4	0.00	0.247	0.216
212.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	2	1	2.6	1.7	0.2	5.00	1.7	3.3	5.00	2.6	1.4	5.00	4.5	2.4	5.00	0.347	0.216
213.	1991	JUL/23 – AGO/02	3	3	1	6.1	1.3	0.1	5.00	1.8	0.2	0.00	2.6	0.6	5.00	4.1	1.5	15.00	0.247	0.216
214.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	1	1	5.5	0.4	0.5	0.00	0.9	1.4	0.00	1.8	1.5	5.00	4.3	3.5	5.00	0.230	0.184
215.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	2	1	3.9	0.8	0.7	0.00	2.2	1.1	0.00	3.0	2.1	0.00	4.4	3.2	0.00	0.230	0.184
216.	1991	JUL/23 – AGO/02	4	3	1	2.3	1.9	0.8	0.00	2.8	2.3	0.00	4.5	2.9	0.00	5.8	1.9	0.00	0.230	0.184
217.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	1	3	10.8	1.7	0.4	0.00	1.1	0.7	0.00	2.3	1.0	0.00	3.3	2.0	0.00	0.000	0.000
218.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	2	3	5.2	0.9	0.4	0.00	1.1	0.8	0.00	2.6	1.2	0.00	5.8	2.7	0.00	0.000	0.000
219.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	3	3	11.3	0.9	0.2	0.00	1.2	0.9	0.00	2.4	1.2	0.00	3.5	1.4	0.00	0.000	0.000
220.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	1	3	1.6	0.4	0.3	0.00	0.4	0.3	0.00	0.6	0.1	0.00	0.1	0.2	0.00	0.258	0.128

Anexo V. Base de datos

	Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3
221.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	2	3	6.1	0.1	0.1	0.00	0.4	0.8	0.00	0.9	0.1	0.00	0.7	0.5	0.00	0.258	0.128
222.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	3	3	9.8	0.1	0.3	0.00	0.6	0.1	0.00	1.1	0.5	0.00	1.5	0.8	0.00	0.258	0.128
223.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	1	3	7.8	0.2	0.1	0.00	0.8	0.4	5.00	1.6	1.0	10.00	2.6	1.4	15.00	0.288	0.218
224.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	2	3	4.1	0.4	0.3	0.00	0.4	0.3	0.00	1.2	0.9	0.00	2.7	1.6	0.00	0.288	0.218
225.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	3	3	10.7	0.4	0.3	0.00	0.4	0.3	10.00	1.2	0.9	10.00	2.7	1.6	20.00	0.288	0.218
226.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	1	3	10.0	0.4	0.1	0.00	1.0	0.3	0.00	1.0	0.5	0.00	1.6	1.2	0.00	0.300	0.196
227.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	2	3	10.3	0.8	0.5	0.00	1.1	0.5	0.00	1.8	1.0	0.00	1.4	1.1	0.00	0.300	0.196
228.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	3	3	8.5	0.1	0.1	0.00	0.5	0.3	0.00	0.5	0.4	0.00	0.6	0.1	0.00	0.300	0.196
229.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	1	2	11.1	1.5	0.3	0.00	1.3	0.5	0.00	4.3	0.7	0.00	6.2	2.7	0.00	0.000	0.000
230.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	2	2	11.2	1.2	0.2	0.00	1.4	0.6	0.00	1.9	0.2	0.00	3.3	1.6	0.00	0.000	0.000
231.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	3	2	8.8	0.8	0.3	0.00	2.1	0.5	0.00	4.8	1.3	0.00	6.5	1.1	0.00	0.000	0.000
232.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	1	2	8.1	0.1	0.2	0.00	0.9	0.3	0.00	0.2	0.1	0.00	1.9	0.3	5.00	0.258	0.128
233.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	2	2	6.7	0.2	0.1	0.00	0.6	0.9	0.00	0.1	0.5	0.00	1.3	1.3	0.00	0.258	0.128
234.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	3	2	8.3	0.4	0.1	0.00	0.2	0.4	0.00	0.4	1.1	0.00	2.2	2.5	0.00	0.258	0.128
235.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	1	2	1.7	0.4	0.3	0.00	0.9	0.1	10.00	1.1	0.6	20.00	4.5	1.9	10.00	0.288	0.218
236.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	2	2	8.2	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.4	0.8	0.00	4.4	2.9	5.00	0.288	0.218
237.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	3	2	8.2	0.1	0.2	0.00	0.7	0.4	0.00	0.9	0.7	0.00	2.5	1.5	0.00	0.288	0.218
238.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	1	2	21.7	0.1	0.3	0.00	0.3	0.1	0.00	0.3	0.3	0.00	0.9	0.5	0.00	0.300	0.196
239.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	2	2	6.6	0.2	0.4	0.00	0.6	0.2	0.00	0.6	0.2	0.00	0.9	0.4	0.00	0.300	0.196
240.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	3	2	8.8	0.4	0.3	0.00	0.2	0.1	0.00	1.4	0.9	0.00	3.8	2.0	0.00	0.300	0.196
241.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	1	1	10.6	0.8	0.2	0.00	0.9	0.6	0.00	2.1	1.2	0.00	5.4	2.5	0.00	0.000	0.000
242.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	2	1	12.7	0.8	0.3	0.00	1.4	0.4	0.00	2.3	0.9	0.00	3.3	0.8	0.00	0.000	0.000
243.	1991	AGO/14 – AGO/26	1	3	1	14.8	1.1	0.3	0.00	2.0	0.8	0.00	3.6	1.4	0.00	4.8	2.5	0.00	0.000	0.000
244.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	1	1	7.4	0.2	0.5	0.00	0.1	0.1	0.00	3.7	0.4	0.00	0.5	0.1	0.00	0.258	0.128
245.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	2	1	6.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.258	0.128
246.	1991	AGO/14 – AGO/26	2	3	1	10.8	0.3	0.5	0.00	0.2	0.9	0.00	0.3	1.5	0.00	0.1	0.2	0.00	0.258	0.128
247.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	1	1	11.7	0.1	0.1	0.00	0.9	0.4	0.00	1.0	0.8	0.00	1.0	0.8	0.00	0.288	0.218
248.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	2	1	6.8	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.2	0.3	0.00	0.1	0.4	15.00	0.288	0.218
249.	1991	AGO/14 – AGO/26	3	4	1	8.5	0.6	0.3	0.00	0.1	0.3	0.00	0.1	0.1	0.00	0.8	0.3	15.00	0.288	0.218
250.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	1	1	16.8	0.1	0.1	0.00	5.5	2.0	0.00	6.3	0.5	5.00	5.1	0.9	0.00	0.300	0.196
251.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	2	1	0.5	0.1	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	0.3	0.3	0.00	1.0	0.5	0.00	0.300	0.196
252.	1991	AGO/14 – AGO/26	4	3	1	8.2	6.2	4.9	0.00	7.1	5.2	0.00	5.1	4.8	0.00	6.1	3.1	0.00	0.300	0.196
253.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	1	3	11.5	0.5	0.2	0.00	5.1	0.4	0.00	3.6	1.5	0.00	2.5	0.8	0.00	0.000	0.000
254.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	2	3	11.4	0.7	0.2	0.00	5.1	0.4	0.00	3.6	1.5	0.00	2.5	0.8	0.00	0.000	0.000
255.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	3	3	9.0	1.1	0.3	0.00	2.0	0.4	0.00	1.7	0.9	0.00	2.9	0.9	0.00	0.000	0.000
256.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	1	2	8.1	0.9	0.3	0.00	1.2	0.3	0.00	1.0	0.5	0.00	1.6	0.3	0.00	0.000	0.000
257.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	2	2	9.8	0.7	0.2	0.00	0.8	0.4	0.00	1.1	0.2	0.00	1.6	0.3	0.00	0.000	0.000

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variación	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
258.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	3	2	8.9	0.7	0.2	0.00	1.4	0.3	0.00	1.1	0.4	0.00	1.8	0.5	0.00	0.000	0.000
259.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	1	1	10.7	0.9	0.2	0.00	0.8	0.3	0.00	1.4	0.5	0.00	1.1	0.4	0.00	0.000	0.000
260.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	2	1	10.7	0.8	0.1	0.00	0.9	0.3	0.00	1.1	0.4	0.00	1.2	0.4	0.00	0.000	0.000
261.	1991	AGO/27 – SEP/06	1	3	1	10.4	0.6	0.2	0.00	0.7	0.3	0.00	0.9	0.4	0.00	1.3	0.7	0.00	0.000	0.000
262.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	1	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
263.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	2	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
264.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	3	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
265.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	1	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
266.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	2	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
267.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	3	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
268.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	1	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
269.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	2	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
270.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	3	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
271.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	1	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
272.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	2	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
273.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	3	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
274.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	1	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
275.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	2	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
276.	1991	AGO/27 – SEP/06	3	3	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.283	0.187
277.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	1	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
278.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	2	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
279.	1991	AGO/27 – SEP/06	4	3	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.293	0.164
280.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	1	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
281.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	2	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
282.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	3	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
283.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	1	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
284.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	2	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
285.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	3	2	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
286.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	1	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
287.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	2	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
288.	1991	AGO/27 – SEP/06	2	3	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.270	0.138
289.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	1	3	11.1	0.9	0.3	0.00	1.8	0.7	0.00	4.2	2.1	0.00	7.1	2.9	0.00	0.000	0.000
290.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	2	3	9.4	1.2	0.2	0.00	0.5	0.6	0.00	3.5	1.1	0.00	3.9	0.9	0.00	0.000	0.000
291.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	3	3	0.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
292.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	1	3	0.9	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	1.1	0.00	4.3	1.0	0.00	0.254	0.101
293.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	2	3	0.0	2.8	0.2	0.00	2.2	1.0	0.00	1.3	0.4	0.00	2.3	0.4	0.00	0.254	0.101
294.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	3	3	1.4	0.5	0.2	0.00	1.0	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	1.5	0.3	0.00	0.205	0.102

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
295.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	1	3	0.8	0.5	0.5	0.00	0.6	0.5	0.00	0.8	0.6	0.00	1.5	0.9	0.00	0.204	0.109
296.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	2	3	7.6	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.0	0.3	10.00	3.7	2.3	0.00	0.190	0.106
297.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	3	3	1.0	5.8	0.3	5.00	0.3	0.1	0.00	0.2	0.5	0.00	0.7	0.5	0.00	0.204	0.109
298.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	1	3	2.5	0.5	0.1	0.00	0.7	0.3	5.00	1.0	0.5	0.00	4.4	2.7	0.00	0.153	0.092
299.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	2	3	0.6	0.1	0.3	0.00	0.5	0.4	0.00	0.5	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.247	0.109
300.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	3	3	2.5	0.4	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.9	0.4	0.00	0.8	0.5	0.00	0.247	0.109
301.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	1	2	12.8	0.7	0.3	0.00	1.3	0.4	0.00	2.8	1.5	0.00	7.4	1.9	0.00	0.000	0.000
302.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	2	2	15.5	0.6	0.2	0.00	0.4	0.3	0.00	1.3	0.7	0.00	2.8	0.9	0.00	0.000	0.000
303.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	3	2	12.9	1.7	0.2	0.00	1.4	0.4	0.00	2.2	0.7	0.00	4.8	2.7	0.00	0.000	0.000
304.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	1	2	0.3	0.1	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	0.2	0.2	0.00	1.0	0.5	0.00	0.254	0.101
305.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	2	2	1.6	0.1	0.1	0.00	0.1	1.5	0.00	1.5	0.2	0.00	2.3	1.0	0.00	0.254	0.101
306.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	3	2	0.7	0.5	0.1	0.00	0.5	0.5	0.00	0.1	0.2	0.00	0.4	0.3	0.00	0.254	0.101
307.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	1	2	2.7	0.9	0.4	0.00	1.4	1.0	0.00	3.7	1.7	15.00	5.3	2.8	10.00	0.204	0.109
308.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	2	2	2.0	0.2	0.1	0.00	0.2	0.2	0.00	1.1	0.8	5.00	2.5	1.0	15.00	0.204	0.109
309.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	3	2	0.6	0.3	0.3	0.00	0.5	0.3	0.00	1.0	0.5	0.00	2.6	0.5	0.00	0.204	0.109
310.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	1	2	0.5	0.5	0.9	0.00	0.1	0.3	0.00	1.0	0.7	0.00	1.0	0.5	0.00	0.247	0.109
311.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	2	2	0.4	0.3	0.1	0.00	1.0	0.9	0.00	0.1	0.1	0.00	1.0	2.2	0.00	0.247	0.109
312.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	3	2	0.2	0.1	0.1	0.00	0.6	0.6	0.00	0.8	0.4	0.00	1.0	7.0	0.00	0.247	0.109
313.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	1	1	7.3	0.9	0.2	0.00	1.8	0.4	0.00	1.8	0.7	0.00	3.9	1.1	0.00	0.000	0.000
314.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	2	1	12.5	0.6	0.1	0.00	1.0	0.5	0.00	1.4	0.5	0.00	3.1	1.4	0.00	0.000	0.000
315.	1991	SEP/28 – OCT/08	1	3	1	9.8	0.9	0.2	0.00	0.7	0.5	0.00	1.4	0.5	0.00	2.8	0.9	0.00	0.000	0.000
316.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	1	1	0.1	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	0.4	0.00	1.9	1.0	0.00	0.254	0.101
317.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	2	1	0.2	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.5	2.5	0.00	0.8	0.5	0.00	0.254	0.101
318.	1991	SEP/28 – OCT/08	2	3	1	0.5	1.1	0.1	0.00	0.3	0.4	0.00	0.1	0.5	0.00	1.1	0.7	0.00	0.254	0.101
319.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	1	1	0.8	0.3	0.5	0.00	0.4	0.1	15.00	0.5	0.1	20.00	1.4	1.0	5.00	0.204	0.109
320.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	2	1	1.0	0.1	0.1	10.00	0.1	0.5	15.00	0.9	0.1	15.00	0.6	0.6	10.00	0.204	0.109
321.	1991	SEP/28 – OCT/08	3	3	1	1.3	0.5	0.3	0.00	0.4	0.4	5.00	0.1	0.2	0.00	0.5	0.2	5.00	0.204	0.109
322.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	1	1	0.0	0.2	0.1	0.00	0.5	0.8	0.00	1.0	0.8	0.00	2.0	1.2	0.00	0.247	0.109
323.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	2	1	1.0	0.3	0.2	0.00	1.0	0.4	0.00	0.6	0.6	0.00	0.8	0.2	0.00	0.247	0.109
324.	1991	SEP/28 – OCT/08	4	3	1	0.5	0.6	0.7	0.00	0.8	0.1	5.00	0.1	0.4	0.00	0.8	0.1	0.00	0.247	0.109
325.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	1	3	8.0	0.6	0.2	0.00	1.2	0.4	0.00	2.4	1.1	0.00	5.7	2.3	0.00	0.000	0.000
326.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	2	3	3.9	0.5	0.2	0.00	1.8	0.5	0.00	3.0	1.8	0.00	5.2	2.5	0.00	0.000	0.000
327.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	3	3	8.4	0.6	0.2	0.00	1.4	0.7	0.00	3.3	1.1	0.00	5.2	1.2	0.00	0.000	0.000
328.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	1	2	6.8	0.2	0.1	0.00	0.5	0.3	0.00	0.7	0.3	0.00	3.1	0.9	0.00	0.000	0.000
329.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	2	2	8.5	1.1	0.2	0.00	1.0	0.4	0.00	0.6	0.3	0.00	1.3	1.7	0.00	0.000	0.000
330.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	3	2	9.2	0.4	0.1	0.00	0.8	0.3	0.00	2.2	0.6	0.00	2.4	0.9	0.00	0.000	0.000
331.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	1	1	6.2	0.5	0.1	0.00	0.8	0.5	0.00	1.7	0.4	0.00	2.6	0.7	0.00	0.000	0.000

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variiedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
332.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	2	1	10.7	0.4	0.1	0.00	0.9	0.3	0.00	0.8	0.4	0.00	1.6	0.9	0.00	0.000	0.000
333.	1991	OCT/18 – OCT/29	1	3	1	9.6	1.0	0.2	0.00	1.5	0.2	0.00	1.9	0.5	0.00	3.3	0.9	0.00	0.000	0.000
334.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	1	3	1.5	0.2	0.1	0.00	1.3	0.5	0.00	0.1	0.1	0.00	3.3	2.3	0.00	0.198	0.122
335.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	2	3	2.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.2	0.00	0.7	0.4	0.00	1.7	0.6	0.00	0.198	0.122
336.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	3	3	2.0	0.2	0.1	0.00	0.9	0.2	0.00	0.6	1.2	0.00	3.4	2.5	0.00	0.198	0.122
337.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	1	3	2.9	0.5	0.1	5.00	0.6	0.1	20.00	0.8	0.4	10.00	2.6	1.5	5.00	0.404	0.263
338.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	2	3	4.5	0.1	0.1	0.00	1.2	0.1	15.00	0.1	0.4	30.00	0.1	0.7	80.00	0.404	0.263
339.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	3	3	2.2	1.1	0.4	0.00	0.3	0.5	0.00	0.8	0.5	0.00	1.8	1.3	0.00	0.404	0.263
340.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	1	3	1.5	0.1	0.1	0.00	2.3	1.6	0.00	2.2	2.0	0.00	0.1	0.1	0.00	0.238	0.182
341.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	2	3	3.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.238	0.182
342.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	3	3	1.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.5	1.5	0.00	9.6	4.7	0.00	0.238	0.182
343.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	1	2	2.5	0.4	0.1	0.00	0.8	0.5	0.00	1.4	1.1	0.00	2.8	1.8	0.00	0.198	0.122
344.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	2	2	2.5	0.1	0.1	0.00	0.2	0.4	0.00	1.3	0.7	0.00	2.5	1.0	0.00	0.198	0.122
345.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	3	2	0.5	0.1	0.1	0.00	1.3	0.1	0.00	1.6	0.7	0.00	2.0	2.5	0.00	0.198	0.122
346.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	1	2	0.6	1.6	0.1	0.00	0.5	0.5	5.00	0.7	0.9	10.00	3.0	2.8	10.00	0.404	0.263
347.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	2	2	1.3	1.9	0.1	5.00	0.5	0.3	0.00	0.9	0.9	15.00	2.4	1.4	15.00	0.404	0.263
348.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	3	2	1.4	0.1	0.1	0.00	0.2	0.3	0.00	0.1	0.6	0.00	1.6	1.2	20.00	0.404	0.263
349.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	1	2	5.0	0.1	0.1	0.00	1.7	0.4	0.00	2.1	1.2	0.00	4.0	2.0	0.00	0.238	0.182
350.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	2	2	3.5	1.0	0.6	5.00	1.9	0.7	0.00	0.1	1.6	0.00	5.5	2.4	0.00	0.238	0.182
351.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	3	2	1.6	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	4.1	1.9	0.00	0.238	0.182
352.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	1	1	1.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.4	0.00	0.6	0.8	0.00	5.9	1.5	0.00	0.198	0.122
353.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	2	1	1.0	0.2	0.2	0.00	0.5	0.3	0.00	1.1	0.9	0.00	3.3	2.1	0.00	0.198	0.122
354.	1991	OCT/18 – OCT/29	2	3	1	0.5	0.1	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	1.2	1.1	0.00	2.5	1.8	0.00	0.198	0.122
355.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	1	1	2.9	0.8	0.1	10.00	0.1	0.1	15.00	0.1	0.3	30.00	0.5	0.8	10.00	0.404	0.263
356.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	2	1	4.5	2.8	0.3	5.00	0.1	0.6	5.00	0.4	0.9	0.00	1.7	1.7	15.00	0.404	0.263
357.	1991	OCT/18 – OCT/29	3	3	1	2.7	0.1	0.5	5.00	1.0	0.5	5.00	0.1	0.7	10.00	0.5	0.7	60.00	0.404	0.263
358.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	1	1	1.5	0.9	0.1	0.00	0.1	0.7	0.00	2.2	1.4	0.00	0.1	2.2	0.00	0.238	0.182
359.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	2	1	2.5	0.1	0.1	0.00	2.2	1.8	0.00	3.0	2.1	0.00	3.7	2.3	0.00	0.238	0.182
360.	1991	OCT/18 – OCT/29	4	3	1	1.1	0.1	0.1	0.00	0.1	0.3	0.00	0.1	0.9	5.00	2.8	1.7	0.00	0.238	0.182
361.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	1	3	4.6	3.9	1.5	0.00	2.5	0.4	0.00	3.2	0.1	0.00	0.6	0.2	0.00	0.000	0.000
362.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	2	3	4.5	0.9	0.9	0.00	0.9	0.4	0.00	1.8	0.2	0.00	0.5	0.6	0.00	0.000	0.000
363.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	3	3	5.5	2.5	0.8	0.00	2.5	1.1	0.00	1.0	0.8	0.00	0.5	0.5	0.00	0.000	0.000
364.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	1	3	8.5	1.6	0.1	0.00	1.5	0.1	0.00	1.8	0.8	0.00	2.5	1.8	0.00	0.224	0.147
365.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	2	3	2.0	1.9	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.0	0.2	0.00	2.6	1.0	0.00	0.224	0.147
366.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	3	3	3.5	1.3	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.4	0.1	0.00	2.3	0.3	0.00	0.224	0.147
367.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	1	3	12.7	2.8	1.5	0.00	3.9	2.5	0.00	5.8	2.8	10.00	8.5	3.9	10.00	0.291	0.160
368.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	2	3	8.5	1.2	1.0	15.00	0.3	1.5	5.00	5.0	1.5	5.00	6.6	0.5	40.00	0.291	0.160

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
369.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	3	3	1.0	0.5	0.1	0.00	0.4	2.1	0.00	1.6	1.5	0.00	1.2	0.5	0.00	0.291	0.160
370.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	1	3	3.0	3.8	1.5	10.00	3.7	2.7	20.00	5.1	2.5	25.00	7.1	3.7	40.00	0.253	0.170
371.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	2	3	4.7	0.7	1.0	20.00	0.4	1.0	10.00	3.5	1.1	25.00	3.4	0.3	15.00	0.253	0.170
372.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	3	3	11.5	1.2	0.3	0.00	0.9	2.4	0.00	1.3	1.5	25.00	0.3	0.1	35.00	0.253	0.170
373.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	1	2	2.0	3.5	1.2	0.00	0.3	0.1	0.00	1.8	1.2	0.00	2.0	1.0	0.00	0.000	0.000
374.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	2	2	12.3	0.2	0.1	0.00	1.4	0.1	0.00	1.1	1.2	0.00	0.5	0.1	0.00	0.000	0.000
375.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	3	2	11.0	3.3	1.0	0.00	1.5	1.0	0.00	2.0	2.0	0.00	3.3	2.3	0.00	0.000	0.000
376.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	1	2	9.0	1.5	0.1	0.00	1.0	0.1	15.00	1.5	0.4	15.00	6.1	0.1	0.00	0.224	0.147
377.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	2	2	5.5	1.3	0.2	5.00	1.5	0.1	10.00	0.5	0.5	20.00	1.5	1.2	0.00	0.224	0.147
378.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	3	2	8.0	0.5	0.5	0.00	1.9	0.3	10.00	1.9	0.4	5.00	3.5	1.5	5.00	0.224	0.147
379.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	1	2	8.7	3.4	1.0	15.00	2.5	0.5	20.00	2.9	0.9	15.00	3.2	1.4	5.00	0.291	0.160
380.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	2	2	7.9	10.1	4.5	35.00	3.0	0.4	15.00	5.7	4.2	15.00	8.7	2.5	5.00	0.291	0.160
381.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	3	2	7.0	9.0	4.0	20.00	5.5	3.5	0.00	0.6	0.2	40.00	7.9	4.5	15.00	0.291	0.160
382.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	1	2	3.7	0.1	0.1	0.00	1.4	0.4	15.00	8.3	7.9	80.00	15.0	7.2	40.00	0.253	0.170
383.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	2	2	15.7	9.3	4.9	25.00	5.4	3.5	50.00	2.5	1.6	50.00	4.4	2.0	25.00	0.253	0.170
384.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	3	2	4.2	0.1	1.0	10.00	4.6	1.5	100.00	2.3	2.8	70.00	7.7	5.0	80.00	0.253	0.170
385.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	1	1	5.5	0.8	1.2	0.00	4.2	1.0	0.00	2.9	0.5	0.00	0.1	0.1	0.00	0.000	0.000
386.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	2	1	1.5	2.6	0.2	0.00	0.1	0.1	0.00	1.4	0.9	0.00	0.5	0.3	0.00	0.000	0.000
387.	1992	MAY/07 – MAY/18	1	3	1	1.6	0.4	0.6	0.00	1.5	1.0	0.00	2.4	0.3	0.00	1.3	1.0	0.00	0.000	0.000
388.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	1	1	2.9	0.3	1.5	10.00	0.7	0.5	30.00	1.3	0.1	50.00	2.3	0.5	10.00	0.224	0.147
389.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	2	1	3.5	1.0	1.5	0.00	0.1	0.1	0.00	1.4	0.1	10.00	0.5	0.5	0.00	0.224	0.147
390.	1992	MAY/07 – MAY/18	2	3	1	6.0	0.9	0.5	0.00	0.3	0.3	0.00	8.0	4.0	5.00	3.2	1.3	5.00	0.224	0.147
391.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	1	1	5.3	3.3	2.5	15.00	3.6	2.2	10.00	3.6	2.2	90.00	0.3	0.1	80.00	0.291	0.160
392.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	2	1	5.3	0.8	0.2	0.00	3.5	0.5	5.00	1.4	1.7	10.00	5.9	4.3	20.00	0.291	0.160
393.	1992	MAY/07 – MAY/18	3	3	1	16.8	0.1	2.0	35.00	3.8	1.5	20.00	4.5	1.9	35.00	5.3	3.1	40.00	0.291	0.160
394.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	1	1	10.5	2.6	4.1	0.00	1.8	2.3	15.00	0.9	0.9	50.00	6.0	2.9	30.00	0.253	0.170
395.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	2	1	6.3	0.1	1.7	5.00	3.4	0.3	100.00	2.1	2.0	100.00	2.9	2.5	100.00	0.253	0.170
396.	1992	MAY/07 – MAY/18	4	3	1	4.0	8.0	2.9	20.00	2.2	1.6	80.00	1.8	0.2	60.00	0.1	0.4	100.00	0.253	0.170
397.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	1	3	2.0	3.2	1.8	0.00	3.0	0.1	0.00	3.5	0.2	0.00	1.1	0.1	0.00	0.000	0.000
398.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	2	3	1.5	0.7	0.6	0.00	0.1	0.1	0.00	0.4	0.4	0.00	0.5	0.5	0.00	0.000	0.000
399.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	3	3	7.6	2.5	1.8	0.00	2.4	1.3	0.00	0.7	0.8	0.00	0.4	0.4	0.00	0.000	0.000
400.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	1	3	21.5	1.3	1.8	0.00	0.3	1.0	0.00	0.8	1.0	0.00	0.7	0.5	0.00	0.280	0.180
401.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	2	3	6.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	1.0	0.2	0.00	0.280	0.180
402.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	3	3	8.5	0.1	0.1	0.00	3.0	2.4	0.00	1.0	1.0	5.00	0.2	0.7	10.00	0.280	0.180
403.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	1	3	14.5	0.1	0.1	0.00	1.5	1.3	0.00	0.5	0.1	0.00	0.9	0.5	0.00	0.221	0.181
404.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	2	3	10.5	0.1	0.1	0.00	0.5	0.6	0.00	1.6	1.1	0.00	0.9	0.9	0.00	0.221	0.181
405.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	3	3	12.5	0.1	0.1	0.00	2.5	2.5	0.00	0.1	0.1	0.00	1.5	0.5	0.00	0.221	0.181

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variiedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
406.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	1	3	16.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.9	0.00	1.3	2.0	0.00	0.2	0.5	0.00	0.248	0.173
407.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	2	3	11.0	0.8	0.1	0.00	0.6	0.2	0.00	0.8	0.5	0.00	0.6	1.1	0.00	0.248	0.173
408.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	3	3	6.0	0.1	0.1	0.00	0.6	0.3	10.00	0.4	0.4	15.00	0.1	1.0	20.00	0.248	0.173
409.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	1	2	4.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.3	0.00	2.5	1.7	0.00	1.4	1.7	0.00	0.000	0.000
410.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	2	2	1.3	0.9	0.2	0.00	1.0	0.9	0.00	1.1	1.5	0.00	0.4	0.1	0.00	0.000	0.000
411.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	3	2	1.0	0.6	1.1	0.00	0.9	0.8	0.00	1.5	0.4	0.00	0.7	0.4	0.00	0.000	0.000
412.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	1	2	2.5	0.1	0.2	5.00	1.2	0.2	15.00	3.5	1.0	0.00	2.8	1.3	5.00	0.280	0.180
413.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	2	2	10.0	0.3	0.1	0.00	0.2	0.6	10.00	3.0	0.5	5.00	0.7	0.6	0.00	0.280	0.180
414.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	3	2	8.0	0.1	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	1.0	0.1	10.00	0.6	0.5	5.00	0.280	0.180
415.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	1	2	12.5	1.3	0.4	0.00	0.8	0.2	0.00	0.1	1.0	0.00	0.5	0.7	5.00	0.221	0.181
416.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	2	2	8.7	2.6	2.3	25.00	1.0	0.4	20.00	0.1	2.2	0.00	0.6	0.2	5.00	0.221	0.181
417.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	3	2	9.5	0.6	1.3	15.00	1.5	0.5	15.00	5.0	2.3	5.00	0.1	0.1	0.00	0.221	0.181
418.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	1	2	11.0	0.3	0.7	0.00	1.1	0.5	0.00	0.2	0.7	0.00	0.5	0.7	0.00	0.248	0.173
419.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	2	2	10.0	0.5	0.2	0.00	1.7	0.2	0.00	0.3	0.4	0.00	0.3	0.1	5.00	0.248	0.173
420.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	3	2	14.9	1.5	3.6	0.00	1.2	1.2	0.00	0.7	0.7	0.00	0.1	1.0	5.00	0.248	0.173
421.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	1	1	4.0	0.9	1.1	0.00	6.2	2.1	0.00	3.3	1.7	0.00	1.0	0.1	0.00	0.000	0.000
422.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	2	1	6.5	0.4	0.4	0.00	0.4	0.3	0.00	1.7	1.2	0.00	0.3	0.1	0.00	0.000	0.000
423.	1992	MAY/20 – JUN/01	1	3	1	3.0	0.5	0.3	0.00	0.2	0.1	0.00	1.2	0.3	0.00	0.6	0.4	0.00	0.000	0.000
424.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	1	1	4.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.9	1.2	20.00	0.2	0.5	15.00	0.280	0.180
425.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	2	1	5.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.8	0.4	0.00	1.0	0.1	0.00	0.280	0.180
426.	1992	MAY/20 – JUN/01	2	3	1	10.0	0.1	0.1	0.00	1.0	0.3	0.00	1.1	0.4	5.00	1.3	0.4	5.00	0.280	0.180
427.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	1	1	4.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.2	1.5	30.00	0.3	0.2	40.00	0.221	0.181
428.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	2	1	9.0	0.1	0.1	0.00	1.5	1.1	0.00	1.7	0.1	15.00	0.9	0.2	15.00	0.221	0.181
429.	1992	MAY/20 – JUN/01	3	3	1	5.5	0.1	0.1	0.00	2.5	3.0	15.00	0.5	3.5	15.00	2.5	0.8	15.00	0.221	0.181
430.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	1	1	9.0	1.0	0.2	0.00	0.7	0.2	20.00	0.1	0.2	0.00	0.5	0.6	10.00	0.248	0.173
431.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	2	1	5.5	0.1	0.1	0.00	1.0	0.7	5.00	1.2	0.5	20.00	0.5	0.8	50.00	0.248	0.173
432.	1992	MAY/20 – JUN/01	4	3	1	4.5	0.1	0.1	10.00	6.2	0.5	10.00	2.0	0.5	50.00	0.1	0.1	0.00	0.248	0.173
433.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	1	3	5.3	0.1	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.5	0.2	0.00	0.000	0.000
434.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	2	3	6.8	0.2	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.000	0.000
435.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	3	3	7.3	0.1	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	0.000	0.000
436.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	1	3	5.5	0.6	0.1	5.00	0.6	0.2	10.00	0.9	0.3	10.00	0.1	0.9	15.00	0.178	0.119
437.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	2	3	5.5	0.4	0.1	0.00	0.3	0.2	0.00	0.3	0.1	40.00	0.1	0.3	60.00	0.178	0.119
438.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	3	3	4.5	0.1	0.1	0.00	0.6	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.3	0.1	20.00	0.178	0.119
439.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	1	3	3.5	0.5	0.2	20.00	0.1	0.1	0.00	0.6	0.3	20.00	0.4	0.8	20.00	0.292	0.205
440.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	2	3	5.1	0.5	0.2	30.00	0.7	0.8	15.00	0.6	0.3	30.00	0.1	0.1	0.00	0.292	0.205
441.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	3	3	3.5	0.1	1.1	20.00	1.5	0.6	30.00	0.1	0.4	30.00	0.6	1.2	30.00	0.292	0.205
442.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	1	3	5.0	0.7	0.1	0.00	0.4	0.5	0.00	0.3	0.3	0.00	0.1	0.4	0.00	0.248	0.180

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
443.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	2	3	5.0	0.2	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	0.3	5.00	0.284	0.180
444.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	3	3	5.0	0.1	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.1	0.4	0.00	1.4	1.2	0.00	0.248	0.180
445.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	1	2	4.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.2	0.2	0.00	0.000	0.000
446.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	2	2	5.7	0.3	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	0.000	0.000
447.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	3	2	4.3	0.2	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	0.3	0.4	0.00	0.5	0.1	0.00	0.000	0.000
448.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	1	2	0.7	3.8	0.8	0.00	6.0	2.7	0.00	6.5	3.0	0.00	4.3	1.5	20.00	0.178	0.119
449.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	2	2	1.5	0.9	0.4	0.00	3.3	1.0	20.00	3.8	1.8	20.00	3.0	1.2	60.00	0.178	0.119
450.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	3	2	1.0	0.7	0.1	0.00	1.3	0.7	0.00	0.5	0.2	0.00	0.7	0.1	40.00	0.178	0.119
451.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	1	2	4.7	0.4	0.2	20.00	1.2	0.5	20.00	1.0	0.7	40.00	0.2	0.2	60.00	0.292	0.205
452.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	2	2	5.0	0.5	0.5	20.00	0.5	0.1	40.00	0.5	0.1	50.00	0.5	0.1	50.00	0.292	0.205
453.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	3	2	3.5	0.3	0.2	20.00	0.3	0.1	20.00	0.2	0.1	30.00	0.1	0.1	0.00	0.292	0.205
454.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	1	2	5.7	0.6	0.2	0.00	0.8	0.6	0.00	1.0	0.7	0.00	1.0	0.1	0.00	0.284	0.180
455.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	2	2	3.7	0.7	0.1	0.00	0.1	0.2	0.00	0.1	0.3	0.00	0.7	0.7	0.00	0.284	0.180
456.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	3	2	5.0	1.1	0.3	0.00	0.8	0.4	5.00	1.2	0.1	5.00	0.7	0.1	10.00	0.284	0.180
457.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	1	1	5.0	0.2	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.8	0.2	0.00	0.000	0.000
458.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	2	1	4.7	0.1	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	0.4	0.1	0.00	0.5	0.2	0.00	0.000	0.000
459.	1992	AGO/18 – AGO/29	1	3	1	5.2	0.1	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.2	0.2	0.00	0.4	0.2	0.00	0.000	0.000
460.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	1	1	5.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	30.00	0.5	0.3	40.00	0.2	0.7	60.00	0.178	0.119
461.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	2	1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.4	0.4	15.00	1.8	1.7	40.00	0.4	0.2	40.00	0.178	0.119
462.	1992	AGO/18 – AGO/29	2	3	1	3.7	0.7	0.1	20.00	0.4	0.1	20.00	1.5	0.7	20.00	0.2	0.4	60.00	0.178	0.119
463.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	1	1	5.5	0.2	0.2	20.00	0.5	0.7	35.00	0.9	1.0	50.00	1.0	1.0	60.00	0.292	0.205
464.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	2	1	4.2	0.5	1.0	50.00	0.3	0.2	40.00	0.8	1.1	100.00	0.6	0.8	60.00	0.292	0.205
465.	1992	AGO/18 – AGO/29	3	3	1	4.5	0.5	1.0	50.00	0.2	0.4	80.00	0.6	0.3	80.00	0.1	0.1	0.00	0.292	0.205
466.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	1	1	6.0	0.6	0.5	0.00	0.3	0.1	0.00	0.2	0.5	0.00	0.8	0.7	0.00	0.284	0.180
467.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	2	1	2.5	0.2	0.1	0.00	0.1	0.3	0.00	0.9	0.5	0.00	1.0	1.3	0.00	0.284	0.180
468.	1992	AGO/18 – AGO/29	4	3	1	8.2	0.5	0.3	0.00	0.2	0.4	0.00	0.6	0.2	0.00	2.3	2.4	0.00	0.284	0.180
469.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	1	3	8.3	0.1	0.1	0.00	0.4	0.3	0.00	0.8	0.6	0.00	1.3	0.8	0.00	0.000	0.000
470.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	2	3	10.4	0.2	0.1	0.00	0.6	0.3	0.00	0.6	0.5	0.00	1.6	0.5	0.00	0.000	0.000
471.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	3	3	7.3	0.3	0.1	0.00	0.4	0.2	0.00	1.0	0.8	0.00	3.1	2.0	0.00	0.000	0.000
472.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	1	3	2.0	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	1.3	0.6	0.00	0.102	0.077
473.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	2	3	2.7	0.1	0.5	0.00	0.2	0.1	0.00	0.7	0.1	0.00	1.3	0.2	0.00	0.102	0.077
474.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	3	3	2.5	0.1	0.5	0.00	0.2	0.1	0.00	0.7	0.1	0.00	1.3	0.2	0.00	0.102	0.077
475.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	1	3	2.3	0.5	0.6	0.00	0.8	0.4	0.00	0.8	1.0	0.00	0.4	0.5	40.00	0.212	0.133
476.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	2	3	3.3	0.4	0.1	0.00	0.3	0.5	0.00	0.5	0.1	0.00	0.8	0.4	0.00	0.212	0.133
477.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	3	3	4.5	0.5	0.2	0.00	1.0	1.1	0.00	2.0	1.0	0.00	2.7	0.4	0.00	0.212	0.133
478.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	1	3	7.8	0.2	0.2	0.00	0.1	0.1	0.00	0.6	0.1	0.00	1.6	1.2	0.00	0.223	0.120
479.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	2	3	3.8	0.5	0.4	0.00	0.7	0.1	0.00	0.5	0.4	0.00	1.1	0.5	0.00	0.223	0.120

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
480.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	3	3	10.5	0.3	0.4	0.00	1.9	0.4	0.00	1.7	0.9	0.00	2.7	2.1	0.00	0.223	0.120
481.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	1	2	7.1	0.2	0.1	0.00	0.2	0.2	0.00	0.4	0.3	0.00	2.7	1.0	0.00	0.000	0.000
482.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	2	2	10.7	0.3	0.1	0.00	0.5	0.2	0.00	1.8	1.0	0.00	3.1	1.9	0.00	0.000	0.000
483.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	3	2	9.4	0.8	0.2	0.00	0.3	0.2	0.00	0.4	0.2	0.00	1.4	1.0	0.00	0.000	0.000
484.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	1	2	1.0	0.1	0.1	0.00	1.0	0.5	0.00	0.9	0.1	0.00	2.0	1.2	0.00	0.102	0.077
485.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	2	2	1.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.2	5.00	0.8	0.5	20.00	1.3	1.9	0.00	0.102	0.077
486.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	3	2	3.2	1.0	0.1	0.00	0.9	0.1	5.00	1.0	0.1	0.00	1.6	0.5	0.00	0.102	0.077
487.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	1	2	6.1	0.1	0.1	0.00	0.8	0.1	40.00	1.0	0.5	40.00	2.1	1.2	15.00	0.212	0.133
488.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	2	2	3.7	0.2	0.2	20.00	0.4	0.2	40.00	0.1	0.1	0.00	1.2	1.0	40.00	0.212	0.133
489.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	3	2	3.0	0.1	0.1	0.00	0.3	0.2	30.00	0.8	0.5	25.00	1.5	0.7	40.00	0.212	0.133
490.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	1	2	4.5	0.4	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.8	0.1	0.00	1.0	1.0	0.00	0.223	0.120
491.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	2	2	5.5	0.1	0.2	0.00	0.2	0.1	0.00	0.9	0.5	0.00	1.5	1.1	0.00	0.223	0.120
492.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	3	2	5.0	0.1	0.3	0.00	0.4	0.3	0.00	0.7	0.5	0.00	1.3	0.9	0.00	0.223	0.120
493.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	1	1	5.1	0.3	0.4	0.00	0.4	0.1	0.00	0.4	0.4	0.00	0.9	0.6	0.00	0.000	0.000
494.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	2	1	4.5	0.3	0.1	0.00	0.6	0.3	0.00	0.9	0.8	0.00	1.0	1.6	0.00	0.000	0.000
495.	1992	SEP/04 – SEP/15	1	3	1	7.5	0.2	0.2	0.00	0.5	0.4	0.00	1.0	0.6	0.00	2.7	1.6	0.00	0.000	0.000
496.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	1	1	1.7	0.5	0.2	0.00	0.5	0.5	5.00	0.7	0.4	0.00	0.6	0.5	0.00	0.077	0.102
497.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	2	1	1.0	0.2	0.2	0.00	0.9	0.1	0.00	0.7	0.4	0.00	1.4	0.6	0.00	0.102	0.077
498.	1992	SEP/04 – SEP/15	2	3	1	2.1	0.1	0.1	0.00	0.8	0.1	0.00	0.5	0.3	5.00	1.0	0.7	0.00	0.102	0.077
499.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	1	1	3.0	0.1	0.1	0.00	1.6	2.4	80.00	0.3	0.3	25.00	2.3	0.9	80.00	0.212	0.133
500.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	2	1	4.7	0.8	0.5	30.00	0.4	0.6	50.00	0.8	1.0	40.00	2.0	0.1	20.00	0.212	0.133
501.	1992	SEP/04 – SEP/15	3	3	1	2.0	0.5	0.3	30.00	0.6	0.8	30.00	0.5	0.3	30.00	3.6	1.0	40.00	0.212	0.133
502.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	1	1	6.7	1.2	1.5	0.00	0.7	0.4	0.00	2.9	0.6	0.00	7.2	3.9	0.00	0.223	0.120
503.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	2	1	7.2	0.1	0.3	0.00	0.9	0.3	0.00	0.7	0.1	0.00	1.5	1.1	0.00	0.223	0.120
504.	1992	SEP/04 – SEP/15	4	3	1	7.0	0.5	0.1	0.00	0.1	0.7	0.00	1.8	0.9	0.00	1.7	1.6	0.00	0.223	0.120
505.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	1	3	6.2	0.4	0.2	0.00	0.4	0.2	0.00	0.6	0.2	0.00	0.5	0.6	0.00	0.000	0.000
506.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	2	3	8.9	0.3	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.0	0.4	0.00	0.9	0.7	0.00	0.000	0.000
507.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	3	3	17.1	0.2	0.1	0.00	0.5	0.2	0.00	1.0	0.3	0.00	2.3	1.2	0.00	0.000	0.000
508.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	1	3	1.4	0.5	0.2	0.00	1.0	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	1.5	0.3	0.00	0.205	0.102
509.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	2	3	2.4	1.0	1.0	0.00	0.9	0.1	0.00	1.2	2.5	0.00	2.2	0.2	0.00	0.205	0.102
510.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	3	3	0.2	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	2.0	1.0	0.00	0.205	0.102
511.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	1	3	1.4	0.5	0.2	0.00	1.0	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	1.5	0.3	0.00	0.205	0.102
512.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	2	3	4.0	0.1	0.7	20.00	0.6	0.2	10.00	1.3	0.2	20.00	0.1	0.1	0.00	0.284	0.107
513.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	3	3	6.3	0.8	0.1	0.00	0.9	0.1	5.00	0.5	0.7	5.00	1.4	0.5	30.00	0.284	0.107
514.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	1	3	1.2	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.8	0.1	0.00	1.2	0.1	0.00	0.224	0.116
515.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	2	3	7.7	0.9	0.1	0.00	0.8	0.1	0.00	1.0	0.2	0.00	1.9	0.6	0.00	0.224	0.116
516.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	3	3	0.3	0.8	0.1	0.00	1.2	0.2	0.00	1.3	0.2	0.00	2.5	1.0	0.00	0.224	0.116

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variación	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
517.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	1	2	6.5	0.2	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.000	0.000
518.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	2	2	5.9	0.6	0.3	0.00	0.5	0.4	0.00	0.7	0.2	0.00	0.7	0.3	0.00	0.000	0.000
519.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	3	2	8.6	0.1	0.2	0.00	0.6	0.3	0.00	1.0	0.8	0.00	6.0	4.3	0.00	0.000	0.000
520.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	1	2	3.0	1.5	0.5	0.00	1.1	0.1	0.00	1.1	0.1	0.00	2.1	0.3	0.00	0.205	0.102
521.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	2	2	1.5	1.5	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.8	0.1	15.00	1.6	0.5	0.00	0.205	0.102
522.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	3	2	1.0	0.1	0.1	0.00	0.7	0.1	10.00	1.0	0.3	10.00	0.9	0.5	0.00	0.205	0.102
523.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	1	2	2.3	0.1	0.1	0.00	0.1	0.7	30.00	1.1	0.4	100.00	0.5	0.9	30.00	0.284	0.107
524.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	2	2	3.8	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.2	0.2	40.00	2.1	0.9	60.00	0.284	0.107
525.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	3	2	3.7	0.1	0.1	0.00	1.5	0.5	30.00	0.4	0.1	80.00	0.5	0.8	100.00	0.284	0.107
526.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	1	2	5.6	0.9	0.1	0.00	1.1	0.1	0.00	1.1	1.0	0.00	2.6	1.1	0.00	0.224	0.116
527.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	2	2	2.9	0.8	0.1	0.00	0.4	0.4	0.00	1.0	0.4	0.00	3.0	1.9	0.00	0.224	0.116
528.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	3	2	7.0	0.8	0.3	0.00	1.0	0.1	0.00	1.6	1.0	0.00	4.2	2.8	0.00	0.224	0.116
529.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	1	1	5.0	0.3	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.6	0.3	0.00	0.000	0.000
530.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	2	1	4.0	0.6	0.4	0.00	1.0	0.5	0.00	0.5	0.1	0.00	0.6	0.3	0.00	0.000	0.000
531.	1992	SEP/18 – SEP/30	1	3	1	5.8	0.4	0.3	0.00	1.0	0.4	0.00	1.5	1.0	0.00	4.1	2.3	0.00	0.000	0.000
532.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	1	1	3.7	0.1	0.1	0.00	3.5	1.5	10.00	2.6	0.9	5.00	1.7	0.5	0.00	0.205	0.102
533.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	2	1	1.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.0	0.2	60.00	0.7	0.1	80.00	0.205	0.102
534.	1992	SEP/18 – SEP/30	2	3	1	1.1	2.0	1.7	0.00	2.2	1.6	20.00	1.3	1.0	20.00	2.0	0.5	60.00	0.205	0.102
535.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	1	1	2.4	0.6	0.3	60.00	0.9	0.5	80.00	0.4	0.6	60.00	0.8	0.4	40.00	0.284	0.107
536.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	2	1	2.2	0.5	0.3	50.00	0.8	0.4	60.00	0.8	0.2	40.00	1.1	0.3	40.00	0.284	0.107
537.	1992	SEP/18 – SEP/30	3	3	1	2.5	0.4	0.8	40.00	0.9	1.0	50.00	0.6	0.4	40.00	2.7	0.7	30.00	0.284	0.107
538.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	1	1	2.9	0.8	0.3	0.00	0.1	1.0	0.00	1.1	0.7	5.00	0.4	0.1	5.00	0.224	0.116
539.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	2	1	4.0	0.7	0.1	0.00	0.2	0.2	0.00	1.1	0.1	0.00	2.1	1.0	5.00	0.224	0.116
540.	1992	SEP/18 – SEP/30	4	3	1	3.1	0.9	0.7	0.00	1.3	0.9	0.00	0.5	0.2	0.00	0.1	0.1	0.00	0.224	0.116
541.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	1	3	21.5	0.3	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.6	0.4	0.00	0.9	0.5	0.00	0.000	0.000
542.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	2	3	19.0	0.1	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.4	0.3	0.00	0.6	0.7	0.00	0.000	0.000
543.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	3	3	22.0	0.3	0.2	0.00	0.6	0.3	0.00	1.2	0.5	0.00	2.0	1.1	0.00	0.000	0.000
544.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	1	3	5.7	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	40.00	2.4	1.5	25.00	0.196	0.148
545.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	2	3	5.5	0.1	0.1	0.00	1.0	0.1	0.00	1.2	0.5	5.00	1.0	1.0	5.00	0.196	0.148
546.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	3	3	8.0	0.1	0.1	0.00	10.0	0.4	0.00	0.8	0.2	5.00	2.5	0.9	5.00	0.196	0.148
547.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	1	3	7.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.2	50.00	0.188	0.138
548.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	2	3	7.0	0.1	0.1	0.00	0.6	0.6	15.00	0.4	0.8	60.00	0.4	0.5	40.00	0.188	0.138
549.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	3	3	4.1	0.1	0.2	0.00	0.6	0.1	0.00	1.2	0.1	10.00	4.5	1.8	5.00	0.188	0.138
550.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	1	3	9.5	0.1	0.1	0.00	0.2	0.6	5.00	1.0	0.4	0.00	0.6	0.4	30.00	0.271	0.168
551.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	2	3	11.5	1.1	0.5	0.00	1.1	1.0	20.00	0.6	0.5	5.00	0.3	0.5	20.00	0.271	0.168
552.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	3	3	5.5	1.1	0.5	0.00	0.8	0.2	5.00	1.0	0.2	0.00	0.5	0.1	15.00	0.271	0.168
553.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	1	2	17.0	0.1	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.3	0.3	0.00	0.9	0.9	0.00	0.000	0.000

Anexo V. Base de datos

Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3	
554.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	2	2	13.4	0.1	0.2	0.00	0.8	0.2	0.00	0.7	0.3	0.00	0.6	0.5	0.00	0.000	0.000
555.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	3	2	19.7	0.3	0.3	0.00	0.1	0.1	0.00	0.3	0.4	0.00	1.1	0.7	0.00	0.000	0.000
556.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	1	2	8.5	0.5	0.9	0.00	1.0	0.2	10.00	0.5	0.4	0.00	1.8	1.1	5.00	0.196	0.148
557.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	2	2	7.5	0.1	0.1	0.00	0.8	0.1	0.00	2.0	0.4	5.00	1.3	0.7	10.00	0.196	0.148
558.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	3	2	8.0	0.1	0.1	0.00	0.3	0.4	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.6	10.00	0.196	0.148
559.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	1	2	10.0	0.1	0.1	0.00	1.3	1.9	20.00	0.8	0.5	20.00	1.2	1.0	80.00	0.188	0.138
560.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	2	2	11.5	0.1	0.1	0.00	0.4	1.3	10.00	0.5	0.2	40.00	2.3	1.0	10.00	0.188	0.138
561.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	3	2	10.5	0.1	0.1	0.00	2.2	3.5	20.00	0.7	0.5	30.00	1.6	1.1	40.00	0.188	0.138
562.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	1	2	4.0	0.5	0.2	0.00	0.6	0.3	0.00	0.4	0.5	10.00	0.2	0.3	0.00	0.271	0.168
563.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	2	2	8.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.5	2.0	15.00	0.1	0.1	0.00	0.271	0.168
564.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	1	2	5.0	0.8	0.5	0.00	0.2	0.3	20.00	0.4	0.2	20.00	0.6	0.2	30.00	0.271	0.168
565.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	1	1	20.4	0.5	0.2	0.00	0.5	0.5	0.00	1.6	0.9	0.00	4.4	2.7	0.00	0.000	0.000
566.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	2	1	18.2	0.2	0.1	0.00	0.3	0.3	0.00	0.8	0.4	0.00	0.4	0.5	0.00	0.000	0.000
567.	1992	OCT/05 – OCT/17	1	3	1	17.7	0.1	0.2	0.00	0.2	0.3	0.00	0.1	0.2	0.00	0.6	0.4	0.00	0.000	0.000
568.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	1	1	4.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	4.2	3.0	30.00	0.7	0.5	15.00	0.196	0.148
569.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	2	1	7.2	0.1	0.1	0.00	0.5	0.4	40.00	1.0	0.4	40.00	1.4	1.4	30.00	0.196	0.148
570.	1992	OCT/05 – OCT/17	2	3	1	6.5	0.5	0.2	40.00	0.8	0.3	80.00	0.4	0.6	30.00	0.1	0.1	0.00	0.196	0.148
571.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	1	1	8.0	0.1	0.1	0.00	0.5	0.4	100.00	2.0	1.0	100.00	0.4	0.9	100.00	0.188	0.138
572.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	2	1	7.0	0.1	0.1	0.00	0.5	1.1	0.00	0.6	0.6	100.00	0.4	0.6	100.00	0.188	0.138
573.	1992	OCT/05 – OCT/17	3	3	1	7.3	0.1	0.1	0.00	0.6	0.4	100.00	2.3	1.0	100.00	0.8	1.2	80.00	0.188	0.138
574.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	1	1	5.0	0.4	1.6	0.00	2.3	0.6	0.00	1.2	2.4	15.00	0.1	0.1	0.00	0.271	0.168
575.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	2	1	9.0	0.1	0.1	0.00	1.0	0.5	15.00	1.2	1.8	80.00	1.1	0.2	15.00	0.271	0.168
576.	1992	OCT/05 – OCT/17	4	3	1	9.0	1.0	0.4	0.00	0.9	1.0	0.00	3.8	2.4	0.00	8.7	4.2	0.00	0.271	0.168
577.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	1	3	17.6	0.2	0.2	0.00	0.5	0.1	0.00	0.8	0.5	0.00	2.1	1.0	0.00	0.000	0.000
578.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	2	3	14.2	0.3	0.1	0.00	0.3	0.1	0.00	0.3	0.3	0.00	0.6	0.3	0.00	0.000	0.000
579.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	3	3	21.9	0.1	0.4	0.00	0.5	0.1	0.00	0.8	0.6	0.00	2.6	1.1	0.00	0.000	0.000
580.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	1	3	2.5	0.2	0.6	5.00	0.8	0.8	0.00	1.3	0.5	20.00	0.2	0.1	0.00	0.090	0.062
581.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	2	3	0.4	0.1	0.1	0.00	1.0	1.1	0.00	1.0	0.4	5.00	1.3	0.5	0.00	0.090	0.062
582.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	3	3	3.5	0.2	0.9	0.00	1.1	1.1	0.00	0.9	0.1	0.00	1.8	3.8	0.00	0.090	0.062
583.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	1	3	2.3	2.7	4.5	0.00	0.1	0.1	0.00	2.6	0.6	0.00	3.9	0.4	0.00	0.179	0.115
584.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	2	3	2.5	1.5	0.2	0.00	0.4	0.3	0.00	0.2	0.8	0.00	0.1	0.1	0.00	0.179	0.115
585.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	3	3	1.3	1.5	0.4	5.00	0.5	0.1	0.00	3.2	1.1	0.00	0.5	0.6	0.00	0.179	0.115
586.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	1	3	3.4	0.3	1.3	5.00	0.1	0.1	0.00	1.6	0.8	10.00	1.3	0.6	5.00	0.257	0.157
587.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	2	3	1.8	1.4	1.0	0.00	0.1	0.1	5.00	0.2	0.4	0.00	1.1	1.0	0.00	0.254	0.157
588.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	3	3	3.1	0.1	0.1	5.00	0.2	1.9	0.00	0.3	0.2	15.00	0.9	0.4	10.00	0.257	0.157
589.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	1	2	15.8	0.1	0.2	0.00	0.6	0.2	0.00	1.2	0.2	0.00	2.0	1.1	0.00	0.000	0.000
590.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	2	2	17.8	0.2	0.1	0.00	0.5	0.1	0.00	0.8	0.4	0.00	1.7	0.9	0.00	0.000	0.000

Anexo V. Base de datos

	Año	Periodo	Estación	Planta	Variedad	Altura	Largo1	Ancho1	Daño1	Largo2	Ancho2	Daño2	Largo3	Ancho3	Daño3	Largo4	Acho4	Daño4	Máximo de O3	PrommO3
591.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	3	2	18.7	0.1	0.3	0.00	0.1	0.3	0.00	1.2	0.1	0.00	1.6	0.8	0.00	0.000	0.000
592.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	1	2	4.3	1.5	1.9	0.00	0.8	0.2	0.00	0.5	0.5	0.00	2.0	1.2	0.00	0.090	0.062
593.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	2	2	0.8	1.0	1.6	0.00	0.8	0.9	5.00	1.0	1.0	0.00	1.0	0.8	0.00	0.090	0.062
594.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	3	2	3.3	0.3	0.4	0.00	0.7	0.1	5.00	0.1	0.1	15.00	0.9	0.8	0.00	0.090	0.062
595.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	1	2	3.7	0.1	0.1	0.00	0.2	1.1	5.00	1.1	0.1	10.00	9.3	0.9	0.00	0.179	0.115
596.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	2	2	1.9	0.2	10.5	10.00	0.6	0.1	20.00	0.1	0.1	0.00	2.6	1.7	0.00	0.179	0.115
597.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	3	2	3.0	2.5	1.0	5.00	1.5	1.2	0.00	0.8	0.8	20.00	3.2	1.2	0.00	0.179	0.115
598.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	1	2	2.3	1.2	1.0	0.00	1.6	0.7	10.00	1.1	0.1	20.00	2.3	2.0	5.00	0.257	0.157
599.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	2	2	4.6	0.5	0.7	0.00	0.1	0.1	0.00	0.1	1.5	15.00	0.9	0.9	20.00	0.257	0.157
600.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	3	2	4.0	1.0	0.5	0.00	0.1	2.5	10.00	1.1	0.6	10.00	1.5	2.0	15.00	0.257	0.157
601.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	1	1	12.9	0.1	0.1	0.00	0.9	0.3	0.00	0.3	0.1	0.00	0.9	0.4	0.00	0.000	0.000
602.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	2	1	11.1	1.2	0.4	0.00	0.4	0.2	0.00	0.1	0.2	0.00	0.4	0.2	0.00	0.000	0.000
603.	1992	OCT/21 – NOV/02	1	3	1	14.1	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.4	0.3	0.00	0.4	0.1	0.00	0.000	0.000
604.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	1	1	2.6	0.1	0.1	0.00	2.6	2.7	10.00	1.7	2.0	20.00	1.5	0.6	0.00	0.090	0.062
605.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	2	1	2.0	2.5	2.9	0.00	2.6	2.7	15.00	0.8	0.9	20.00	0.3	0.1	5.00	0.090	0.062
606.	1992	OCT/21 – NOV/02	2	3	1	1.1	2.4	0.1	0.00	1.6	2.2	0.00	1.6	2.2	15.00	1.0	1.1	5.00	0.090	0.062
607.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	1	1	1.6	5.0	6.7	0.00	4.4	2.1	0.00	5.4	4.5	0.00	2.5	1.8	10.00	0.179	0.115
608.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	2	1	2.5	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	1.1	0.6	15.00	0.9	0.1	10.00	0.179	0.115
609.	1992	OCT/21 – NOV/02	3	3	1	2.3	0.1	0.1	0.00	2.4	2.6	10.00	1.9	0.7	40.00	1.0	0.4	10.00	0.179	0.115
610.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	1	1	2.7	0.1	0.1	0.00	1.5	2.9	5.00	0.5	0.2	5.00	0.9	0.2	10.00	0.257	0.157
611.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	2	1	2.1	0.2	0.3	0.00	0.7	0.4	0.00	1.2	0.7	5.00	0.8	0.8	0.00	0.257	0.157
612.	1992	OCT/21 – NOV/02	4	3	1	5.0	0.6	0.6	0.00	0.3	0.3	20.00	0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.00	0.257	0.157

Anexo VI. Prueba de Tukey

$$q = \frac{\bar{y}_{\max} - \bar{y}_{\min}}{s/\sqrt{n}}$$

La prueba de Tukey utiliza el intervalo studentizado para determinar si la diferencia entre cualquier par de medias de muestra implica una diferencia de medias de tratamiento correspondiente. Es decir, al determinar el valor crítico para la diferencia entre las medias de muestra más grandes y más pequeñas (\bar{y}_{\max} y \bar{y}_{\min}), valor que implique una diferencia entre sus respectivas medias de tratamiento, entonces cualquier otro par de medias de muestra que difieran en una cantidad igual o mayor que este valor crítico (ω) también implicará una diferencia entre medias de tratamientos correspondientes.

Con este procedimiento, el riesgo de cometer un error Tipo I (concluir que existe una diferencia entre dos medias de tratamiento cuando en realidad son idénticas) es α y se aplica a las comparaciones de todos los pares de medias del experimento. Por lo anterior, el valor α seleccionado, se considera como una tasa de error de experimentación (en contraste con una tasa de error de comparación).

A continuación, se describe con un ejemplo la aplicación de éste método y posteriormente se presentan los resultados sin tanto detalle por prueba.

Variedad vs. ancho promedio de las 4 hojas

Tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$.

$p = 3$ tratamientos (variedades)

$v = 456$ gl para el error

$$s = \sqrt{MSE} = 12.69$$

$nt = 152$ observaciones por tratamiento

al sustituir estos datos en la fórmula:

$$\omega = q_{0.05}(p, v) \left(\frac{s}{\sqrt{n_t}} \right)$$

$$\omega = 3.31 \left(\frac{0.61}{\sqrt{152}} \right) = 0.163$$

El dato 3.31 es el valor del rango ajustado a Student $q(p, v)$, para una $\alpha = 0.05$, 3 tratamientos y 456 grados de libertad para el error.

Las medias del daño de las plantas para las tres variedades son:

$$\bar{y}_{W3} = 11.242 \quad \bar{y}_C = 5.613 \quad \bar{y}_B = 2.835$$

Con base en la diferencia crítica $\omega = 3.40$, se ordenan las tres medias del daño de plantas por variedad como sigue:

Medias de muestra	$\bar{y}_B = 2.835$	$\bar{y}_C = 5.613$	$\bar{y}_{W3} = 11.242$
Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3

El resultado de esta prueba para el daño de las plantas indica que existe una similitud entre las medias de las muestras Bel-B y Bel-C. El par de tratamiento 1 y 2 está conectado con una barra debido a que el resultado de $\bar{y}_C - \bar{y}_B = 2.78$ es menor al valor ω calculado de 3.40, lo que indica que las medias \bar{y}_C y \bar{y}_B no son significativamente distintas entre sí, pero son diferentes a la media de la variedad Bel-W3. En este mismo análisis se observa que la variedad Bel-W3 presenta una \bar{y}_{W3} mayor a las \bar{y}_B y \bar{y}_C .

Los resultados del análisis variedad vs. largo de las hojas de la Cuadro AVI-1 muestran que los largos de las hojas de la variedad Bel-B son menores a los de la variedad Bel-C. Los pares de tratamiento 1 y 2, así como 2 y 3 están conectados por una barra ya que la diferencia de estas medias ($\bar{y}_C - \bar{y}_{W3} = 0.15$) y ($\bar{y}_{W3} - \bar{y}_B = 0.1$) es menor que el valor calculado para ω (0.203), lo que indica que las medias de muestra para este par no son significativamente distintas entre sí.

Cuadro AVI-1. Prueba de Tukey para variedad vs. largo de las hojas

tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (variedades) $v = 1833$ gl para el error $s = \sqrt{MSE} = 1.52$ $n_t = 611$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{1.52}{\sqrt{611}} \right) = 0.203$	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>			
	Medias de muestra	de $\bar{y}_B = 0.950817$	$\bar{y}_{W3} = 1.059314$	$\bar{y}_C = 1.200490$
Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3	

Los resultados de Tukey al análisis variedad vs. ancho de hojas de la Cuadro AVI-2 muestra una relación similar a la encontrada en la Cuadro 7.6, es decir Bel-C muestra los mayores registros de ancho de las hojas y Bel-B tiene los valores menores de las tres variedades. La variedad Bel-W3 se encuentra relacionada con Bel-B y Bel-C, ya que la diferencia de las medidas de esta variedad con Bel-C y Bel-B ($\bar{y}_C - \bar{y}_{W3} = 0.053$) y ($\bar{y}_{W3} - \bar{y}_B = 0.121$) no son mayores al valor crítico obtenido $\omega = 0.124$, comprobándose con ello que no existe una diferencia significativa entre las medias de estos pares, por lo que se presentan en este resultado unidos por una barra.

Cuadro AVI-2. Prueba de Tukey para variedad vs. ancho de las hojas

tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (variedades) $v = 1833$ gl para el error $s = \sqrt{MSE} = 0.927$ $n_t = 611$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{0.927}{\sqrt{611}} \right) = 0.124$	Medias de muestra	$\overline{y}_B = 0.573856$ $\overline{y}_{W3} =$ $\overline{y}_C =$		
	Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3
			0.694608	0.747222

El cuadro AVI-3 muestra que \overline{y}_{W3} es mayor a \overline{y}_B y \overline{y}_C y el resultado de la resta con ambas medias es mayor al valor crítico $\omega = 2.16$ ($\overline{y}_{W3} - \overline{y}_C = 5.63$ y $\overline{y}_{W3} - \overline{y}_B = 8.41$), por lo que el daño de las hojas Bel-W3 tiene una respuesta diferente al daño de las hojas registrado por las variedades Bel-C y Bel-B.

Cuadro AVI-3. Prueba de Tukey para variedad vs. daño de las hojas

tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (variedades) $v = 1833$ gl para el error $s = \sqrt{MSE} = 16.13$ $n_t = 611$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{16.13}{\sqrt{611}} \right) = 2.16$	Medias de muestra	$\overline{y}_B = 2.83497$ $\overline{y}_C = 5.6127$ $\overline{y}_{W3} =$		
	Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3
			5	11.24183

De la prueba de Tukey para las variables estación vs. daño de las plantas se obtuvo que no existen diferencias significativas entre las medias de Tlalnepantla y Merced. Por el contrario la estación de Pedregal es diferente en el daño que presentan las plantas de las tres variedades. Este mismo resultado se presenta para el análisis de estación vs. daño de las hojas (Cuadro AVI-5). Para ambos casos la diferencia de las medias $\overline{y}_{MER} - \overline{y}_{TLA}$ son menores al valor de ω .

Cuadro AVI-4. Prueba de Tukey para estación vs. daño de las plantas

tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (estaciones) $v = 456$ grados de libertad para el error $s = \sqrt{MSE} = 12.43$ $n_t = 152$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{12.43}{\sqrt{152}} \right) = 3.33$	Medias de	$\bar{y}_{TLA} = 3.20261$	$\bar{y}_{MER} = 3.79$	$\bar{y}_{PED} = 12.69$
	muestra	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3
	Tratamiento			

Cuadro AVI-5. Prueba de Tukey para estación vs. daño de las hojas

Tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (estaciones) $v = 1833$ grados de libertad para el error $s = \sqrt{MSE} = 15.92$ $n_t = 459$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{15.92}{\sqrt{459}} \right) = 2.45$	Medias de	$\bar{y}_{TLA} =$	$\bar{y}_{MER} =$	$\bar{y}_{PED} =$
	muestra	3.20261	3.79085	12.69608
	Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3

Las medias de las estaciones Merced y Tlalnepantla son similares entre sí, dado que su diferencia ($\bar{y}_{TLA} - \bar{y}_{MER} = 0.6$) no sobre pasa al valor crítico obtenido ($\omega = 7.66$). Esta condición no se cumple con la variedad Bel-W3, ya que las diferencias de las medias de las estaciones Merced y Pedregal, así como Tlanepantla y Pedregal son mayores al valor crítico, es decir, que la media del daño de la estación Pedregal es significativamente diferente a las de Merced y Tlalnepantla para las tres variedades utilizadas.

Cuadro AVI-6. Prueba de Tukey para estación vs. daño en plantas-variedad Bel-W3

tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (estaciones) $v = 150$ grados de libertad para el error $s = \sqrt{MSE} = 16.53$ $n_t = 51$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{16.53}{\sqrt{51}} \right) = 7.66$	Medias de muestra	$\overline{y}_{MER} = 5.36765$ $\overline{y}_{TLA} =$ $\overline{y}_{PED} =$		
	Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3
			5.98039	22.37745

Cuadro AVI-7. Prueba de Tukey para estación vs. daño en plantas-variedad Bel-C

tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (estaciones) $v = 150$ grados de libertad para el error $s = \sqrt{MSE} = 10.05$ $n_t = 51$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{10.05}{\sqrt{51}} \right) = 4.66$	Medias de muestra	$\overline{y}_{TLA} =$ $\overline{y}_{MER} =$ $\overline{y}_{PED} =$		
	Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3
		2.20588	3.87255	10.75980

Cuadro AVI-8. Prueba de Tukey para estación vs. daño en plantas-variedad Bel-B

tasa de error de experimentación de $\alpha = 0.05$. $p = 3$ tratamientos (estaciones) $v = 150$ grados de libertad para el error $s = \sqrt{MSE} = 5.99$ $n_t = 51$ observaciones por tratamiento $\omega = 3.31 \left(\frac{5.99}{\sqrt{51}} \right) = 2.78$	Medias de muestra	$\overline{y}_{TLA} = 1.4216$ $\overline{y}_{MER} =$ $\overline{y}_{PED} =$		
	Tratamiento	Tipo 1	Tipo2	Tipo 3
			2.1324	4.9509

Anexo VII. Ejercicio de estimación de valores promedio de 24 horas de ozono a partir de los porcentajes registrados por Bel-W3.

Considerando los datos generados en el presente trabajo, se plantea, a continuación una forma de conocer la concentración aproximada que prevalece en un área al observar los daños de las plantas de tabaco variedad Bel-W3, Bel-C y Bel-B. A continuación se presenta un ejemplo de lo que podría ser dicha aplicación.

Se considera la información de la variedad Bel-W3 de las tres estaciones, a partir de la cual se obtiene las medias del daño, así como la media del promedio de las concentraciones de ozono para periodos de 24 horas. (ver cuadro AVII-1).

Cuadro AVII-1. Medias del porcentaje de daño y ozono.

Estación	Porcentaje de daño			Promedio de 24 horas de ozono (ppm)
	Bel-W3	Bel-C	Bel-B	
Pedregal	22.38	10.76	4.95	0.068
Merced	5.37	3.87	5.11	0.062
Tlalnepantla	5.98	2.21	1.42	0.061

Con la información del cuadro 10 se lleva a cabo la correlación de las medias del porcentaje de daño con los datos de los promedios de 24 horas de ozono, considerando una $\alpha = 0.05$. Los resultados se resumen en el cuadro AVII-2.

Cuadro AVII-2. Resultados de la correlación de las medias de porcentaje de daño de ozono y el promedio de las 24 horas de ozono

Variedad	r^2	Ordenada al origen (y)	Pendiente (m)	Valor de p
Bel-W3	0.998	0.0599	0.00036	0.020
Bel-C	0.994	0.0587	0.00091	0.046
Bel-B	0.997	0.0579	0.00205	0.033

Con los datos de la Cuadro 11 y considerando que la concentración promedio de 24 horas de ozono puede ser estimada aplicando la ecuación de la recta

$[O_3]_{\text{promedio de 24 horas}} = m + y * \% \text{ de daño}$, se llevó a cabo un ejercicio con los datos de la variedad Bel-W3, en el cual se calcularon los valores estimados del ozono (cuadro AVII-3).

Cuadro AVII-3. Concentraciones estimadas de ozono promedio de 24 horas

Daño Bel-W3	Valor estimado de O3 Promedio de 24 horas (ppm)	Daño Bel-W3	Valor estimado de O3 Promedio de 24 horas (ppm)
1.25	0.060	30.00	0.071
2.50	0.061	32.50	0.071
3.75	0.061	33.75	0.072
5.00	0.062	35.00	0.072
6.25	0.062	37.50	0.073
7.50	0.062	40.00	0.074
8.75	0.063	41.25	0.075
10.00	0.063	46.25	0.076
11.25	0.064	47.50	0.077
12.50	0.064	48.75	0.077
15.00	0.065	50.00	0.078
16.25	0.066	52.50	0.079
17.50	0.066	55.00	0.080
18.75	0.067	60.00	0.081
20.00	0.067	62.50	0.082
21.25	0.067	65.00	0.083
23.75	0.068	70.00	0.085
25.00	0.069	75.00	0.087
27.50	0.070		

Al realizar la estimación de los valores esperados y comparándolos con los valores reales de los promedios de 24 de ozono, se obtuvo una r^2 de 0.77 con una $p < 0.01$ y una $\alpha = 0.05$ (gráfica 4). Lo anterior proporciona los elementos para señalar que en el caso de la variedad Bel-W3 los valores promedio de 24 horas de ozono que se estimen a partir de los daños observados son cercanos a los valores reales de ozono.

Gráfica AVII-1. Valores reales y estimados de promedio de 24 horas de ozono

