

Sensibilidad de las especies vegetales a los principales contaminantes atmosféricos.

Isidro Callisaya Mamani.

RESUMEN

La sensibilidad de especies vegetales establecidas en nuestro país, tiene por sustento al trabajo de investigación realizado en el Centro de Investigaciones Nucleares, completadas con trabajos similares en diferentes zonas y puntos críticos de mundo; expresado en una serie de listado, en la que se indica que especies son sensibles; por ejemplo, en que grado muy sensibles y resistentes a los principales contaminantes atmosféricos: Dióxido de azufre (SO₂), Ozono (O₃), Peroxi acetyl nitrato (P.A.N.), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Cloruro de hidrógeno (ClH) y Fluoruro de hidrógeno (FH). En este trabajo se requiere demostrar los efectos de emisión, dispersión e inmisión de contaminantes atmosféricos, el trabajo de investigación nos puede ser de gran utilidad a la hora de evaluar el impacto ambiental en la comunidad vegetal.

PALABRAS CLAVE

Especies Vegetales, Contaminantes Atmosféricos

AUTOR

Isidro Callisaya Mamani, Docente Materia de Bioestadística, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA).

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es producto de una investigación que ha sido complementada con otros similares, realizado en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, Centro de Investigaciones Nucleares CIN, con el propósito de determinar la sensibilidad de los vegetales superiores establecidas en nuestro país, muestran reacciones diversos ante los contaminantes atmosféricos, tales como: Dióxido de azufre (SO₂), Ozono (O₃), Peroxi acetyl nitrato (P.A.N.), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Cloruro de hidrógeno (ClH) y Fluoruro de hidrógeno (FH).

Las especies vegetales fueron aplicadas a diferentes dosis de los contaminantes señalados, agrupándolos según las características taxonómicas y siguiendo una clasificación CUALITATIVA de los contaminantes de acuerdo a la sensibilidad, esto es: Muy sensibles, sensibles, sensibilidad intermedia y resistentes (en el texto completo), para el presente solamente se toman los grados de sensibilidad: muy

sensible y resistente a los contaminantes atmosféricos.

Para los óxidos de nitrógeno en la bibliografía consultada no se considera el apartado “muy sensible”.

Estas gradaciones responden rangos de variación más que a valores fijos, de hecho, de todos los autores consultados únicamente De Cormis, indica algún valor numérico como ilustrativos para las especies vegetales.

De un modo muy general, se puede estimar que la sensibilidad de una determinada especie dependerá de las características propias de la especie y de las condiciones ambientales reinantes. Estas diferencias han dado lugar al establecimiento de listas de sensibilidad con variaciones observadas en función de la procedencia de los autores, precisamente por las condiciones ecológicas particulares (condiciones climáticas, topografía del terreno, suelo, geomorfología, etc.) de los emplazamientos de estudio. A pesar de ello, la confección de

estas listas presenta un gran interés para el planteamiento de un primer diagnóstico del tipo de contaminante existente en el país.

Determina o inversamente para la elección de plantas capaces de adaptarse a un lugar contaminado.

Especies foráneas, de introducción recientes (con fines hortícola, jardinería, nuevas experiencias en producciones maderables, etc.) con destacada importancia en otros países, se citan con el nombre de la especie en marcado en paréntesis.

AGENTES CONTAMINANTES DEL MEDIO NATURAL.

Composición química de la baja atmósfera

El aire que respiramos está constituido por una mezcla de gases y en proporciones diferentes; los predominantes son el nitrógeno y el oxígeno, los cuales forman el 99% de la mezcla. Las proporciones de estos varían ligeramente según el lugar y el instante en que se realice la medida, siempre que nos mantengamos dentro de los límites de la troposfera.

Además de los citados, existen otros gases inertes, tales como el Hidrógeno proveniente de fermentaciones y de las fisuras del suelo de las regiones volcánicas, CO₂ en cantidad variable (en volcanes), dependientes de la presencia o falta de luz, de la temperatura y de la presión de la lluvia, de la nieve, del vapor de agua, o del polvo de origen orgánico o inorgánico.

Propiedades físicas del aire.

Refiriéndonos al “aire puro”, es decir, a la mezcla de la atmósfera que sólo contenga nitrógeno, oxígeno, y gases inertes, podemos admitir que la masa del litro de aire, a 0° C de temperatura y 760 mm Hg es de 1,2932 g con presión de 0,05 mg.

La densidad relativa respecto del H es 14,392 y respecto del agua a 4° C es de 1/773. La masa molecular es de 28,788. A temperatura de 10 a 12 °C cumple con la Ley de Boyle-Mariotte.

Orientación general sobre los contaminantes atmosféricos.

Los contaminantes por su orientación, origen y composición se clasifican en:

- a. Partículas sólidas. Metales pesados, compuestos minerales, compuestos orgánicos naturales, compuestos orgánicos de síntesis, compuestos radioactivos y aerosoles.
- b. Compuestos gaseosos. Monóxido de carbono, anhídrido carbónico, hidrocarburos y otros compuestos orgánicos, compuestos de azufre, compuestos de nitrógeno, derivados halogenados.
- c. Fuentes. Entre las fuentes tenemos al polvo extraterrestre, volcanes, erosión eólica, industrias, combustiones, plaguicidas, incendios, combustión de vehículos, emisión de los seres vivos, incineración de residuos, vegetales, suelos, etcétera.

Clasificación de los agentes según su composición.

Los contaminantes empleados en el trabajo de investigación fueron aquellos considerados de importancia a nivel mundial. Entre ellos tenemos a los contaminantes químicos, mismas que se dividen en dos grupos:

Contaminantes primarios. Son aquellos emitidos directamente a la atmósfera desde los focos contaminantes.

Contaminantes secundarios. Aquellos contaminantes que se originan en la misma atmósfera por reacción entre dos o más contaminantes primarios o con los constituyentes normales del aire.

Ozono

Generalmente ataca casi exclusivamente a las células del parénquima en empalizada se disuelven y desaparecen, seguidamente ataca a grupos de células debajo de la epidermis. Se presentan plasmólisis por deshidratación y el contenido celular se destruye, apareciendo en algunos casos ciertos pigmentos oscuros. Si la concentración de ozono es elevada, las necrosis externas son patentes, viéndose daños en los parénquimas lagunares y en casi todos los tejidos internos. El gas suele actuar por absorción, es decir, penetra por los estomas

Los niveles de sensibilidad son variables, aparecen necrosis con exposiciones a 0,2 ppm durante 4 horas, mientras que otros autores indican que con 0,02 ppm entre 4 y 8 horas, o 0,05 ppm durante 1 a 2 horas, es suficiente para que aparezcan síntomas externos de la perturbación.

ClH

Es un gas muy soluble en agua, dando lugar en solución acuosa al ácido clorhídrico. El cloro y el ácido clorhídrico provocan lesiones similares a las de las heladas. Las perturbaciones que producen son parecidas a las causadas por el SO₂ y los niveles de sensibilidad parecen ser los mismos, aunque los compuestos de cloro son mucho más tóxicos.

PEROXI ACETIL NITRATO PAN

El peróxido acetil nitrato (PAN), es producto de la reacción fotoquímica que se produce en lugares de elevado índice de

luminosidad y contaminación. En la cadena alifática puede llevar radicales aromáticos, y alifáticas propiamente dicha. En el proceso de formación de la formación de los PAN aparece el ozono, sobre todo en las primeras etapas.

Los peróxido propionil nitrito (PPN) y el peróxido butil nitrito, ambos son compuestos menos tóxicos que el PAN. La concentración de PAN fuera de las proximidades de los focos contaminados es de unas 50 ppb, aunque ello depende, sobre todo, de las condiciones meteorológicas (inversiones, vientos, etc). Los peroxiacetil nitrato PAN y otros similares se parece a los efectos del ozono; se han detectado en zonas agrarias. La concentración de PAN fuera de las proximidades de los focos contaminados es de una 50 ppb, aunque ello depende, sobre todo, de las condiciones meteorológicas por las inversiones, vientos, reacciones fotoquímicas, etc.

Los síntomas típicos son la presencia de coloraciones brillantes plateadas, metálicas o bronceadas. Posiblemente estas coloraciones se deban a una deshidratación y a la correspondiente plasmólisis de las células del mesófilo que se llenan de aire y producen, con la luz, efectos de color y reflejos brillantes.

En *Nicotiana tabacum* alcanza en toda la hoja, que son sensibles en algunos periodos, en ciertos casos se han observado envejecimientos prematuros. Las herbáceas sufren mucho con el P.A.N. las sintomatología es con la presencia de franjas irregulares blanco-amarillentas o necrosadas, según sea la gravedad de la contaminación. En coníferas y frutales, los síntomas son similares a los anteriores, es decir, aparición de manchas blanquecinas brillantes o de un color metálico.

La concentración de PAN comienza a ser perjudicial (muestras externas) a partir de

0,05 ppm, aunque con 0,01 ppm, aparecen síntomas de envejecimiento de los tejidos, por ejemplo, el efecto a una concentración 0,05 ppm es en 4 hrs.

FH

Tienen origen en las industrias, fábricas de aluminio, en las fábricas de fertilizantes y en las industrias cerámicas. En los mamíferos –ganado vacuno- provoca fluorosis; en las especies daños muchas veces irreperables.

La sensible a los efectos de gas, es variable ya sean plantas de uso comercial, agrícola, estético o ecológico. Ciertos individuos aparecen con necrosis en sus sistemas foliares y con bajos concentraciones en flúor. En especies frondosas las necrosis son marginales; en resinosas y en vegetales de nervaduras paralelas (maíz) las necrosis son apicales y marginales.

Los frutales de hueso o carozo sufren mucho con la acción del flúor así como las coníferas en general. En las células se modifican en la estructura celular, aparte de las pérdidas de cosecha. En cambio las especies forestales afectadas por este elemento en su periodo inicial muestran decoloración de las hojas seguido de la defoliación, aspecto que ocurre con pastizales.

NO_x

Óxido de nitrógeno (NO₂ y NO) se presentan en ciertos procesos de combustión (motores de explosión y calefacciones) e industriales (fábricas de NO₃H, procesos de nitración, etc). Los efectos son corrosivo y actúan como catalizadores en la formación del smog, también se producen grandes alteraciones a los vegetales y en la fauna (atacan a los tejidos oculares y las mucosas, y oxidan el

Fe de la hemoglobina, impidiendo el transporte de O₂ y causando la muerte).

El N₂O tiene una concentración media, en la atmósfera, de 0,25 ppm; por el contrario, el NO y NO₂, los NO₃, etc., actúan de diversas formas. El NO₂ se disocia por acción fotoquímica y produce una coloración gris amarillenta en las ciudades con elevado índice de contaminación y reacciona con otros contaminantes como se verá más adelante, este compuesto se transforma a su vez en NO₃H bajo la acción del vapor de agua de la atmósfera y el ácido se convierte, a su vez, en NO₃NH₄ al reaccionar con el NH₃ del aire.

En zonas urbanas la concentración oscila entre 0,01 y 0,06 ppm. En la actualidad existen métodos bastante comunes y accesibles. En los vegetales se han identificado efectos a concentraciones de 0,20 a 0,60 ppm en el aire, si la exposición a NO_x es prolongado, aparecen alteraciones con tendencias defoliaciones y clorosis. Los NO_x, en presencia de luz y de ciertos hidrocarburos, forman los nitratos PAN y otros.

OXIDOS DE AZUFRE SO₂.

La actividad humana produce la mayor parte del SO₂ presente en la atmósfera (combustión, del petróleo, calefacción, vehículos y las actividades agrícolas, centrales térmicas, refinerías, etc). Tiene carácter reductor y sufre una serie de transformaciones.

Las plantas más sensibles reaccionan ante una concentración de 1 ppm hasta 0,15 ppm, en algunos casos se han presentado necrosis ante 0,05 ppm: este compuesto provoca principalmente necrosis entre los nervios de las hojas, con una coloración marfil o bien de marón claro a rojizo, según las especies; en general, es natural que aparezcan más necrosis en las partes de las

hojas ricas en estomas, puesto que es por donde penetra el gas en la planta. Las hojas de vetustas son las más afectadas.

Después de los ataques suelen aparecer nuevos brotes y nuevas hojas que enmascaran en gran parte las zonas necrosadas, las cuales a su vez acaban por caer, de modo que las manifestaciones del paso del SO₂ desaparecen al cabo de cierto tiempo. La sensibilidad de las plantas no es constante y varía con las estaciones, el impacto es mucho en la época de floración.

En la biomasa forestal, especialmente afecta a las flores y frutos (Pelt, 2007) en el proceso de formación. El investigador Shkarlet (1972) encontró gran número de granos de polen no desarrollado en algunas especies de pinus.

Origen de los contaminantes atmosféricos en el medio natural

Origen directo.

Fuentes naturales. Volcanes, brumas, incendios de origen natural y seminatural (incendios forestales, fuegos de las praderas africanas, fuegos en la Pampa y en la selva brasileña), espacio exterior (polvo extraterrestre, meteoritos, sideritos), actividades y presencia de seres vivos (respiración de animales y vegetales, emisión de polen, esporas, residuos naturales de la presencia humana, bacterias y virus, microorganismos).

Industrias agrarias. Explotaciones ganaderas, industrias de la madera, industrias de la alimentación, papeleras, varias.

Industrias no agrarias. Siderurgia, industrias de cemento, fábricas de aluminio y flúor, planta de fabricación de fertilizantes, refinerías de petróleo, polígonos industriales, otros.

Combustiones fijas. De combustibles sólidos, de combustibles líquidos y de combustibles gaseosos (licuados o no).

Transportes. Vehículos automóviles (de explosión, diesel, de gas), ferrocarriles (combustiones líquidos), aviación (contaminación en aeropuertos, supersónica), navegación marina (combustibles líquidos).

Ciudades y centros industriales. Smog oxidante, sinergias, contaminación de las áreas urbanas, smog ácido, etc.

Causas indirectas.

Los factores meteorológicos son causas fundamentales en el nivel de contaminación del Ambiente. Los vientos, precipitaciones, humedad, temperatura, luminosidad afectan directamente a muchos contaminantes y a sus mezclas. También influyen los factores topográficos y ecológicos de las zonas contaminadas.

Para los propósitos del presente texto, solo mencionamos en las tablas aquellas especies vegetales *muy sensibles* y *resistentes* a los contaminantes precitados; del grado de sensibilidad y sensibilidad intermedia son reservados para el otro texto en proceso de compilación.

CONCLUSIÓN

De los trabajos realizados en el centro de investigaciones nucleares y de las investigaciones bibliográficas de investigadores que realizaron trabajos similares; es pertinente, mencionar que existen plantas superiores con características botánicas y en diferentes fases de desarrollo fenológico que manifiestan una sensibilidad muy preocupante a los compuestos químicos como: óxido de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre(SO₂), peroxiacetil nitrato (PAN), ozono (O₃), ácido fluorhídrico (HF) en especial aquellas plantas que tienen reacción en corto tiempo con los contaminantes, denominados en la clasificación CUALITATIVA de “muy sensibles” y “sensibles”; en especial, aquellas especies que son alimento para el ser humano o que puede afectar la seguridad alimentaria.

Todo centro de investigación y el gobierno central deberían de priorizar estas especies vegetales superiores que son útiles para la alimentación humana y determinar cuantitativamente los grados de afectación; y con base a estas determinaciones, tomar medidas preventivas y/o correctivas. No tengamos efectos nocivos y/o irrecuperables de nuestros suelos que por el excesivo uso de fertilizantes nitrogenados; muchos suelos del altiplano rompieron la cadena trófica de los animales; causa que conlleva a la proliferación del gusanos blanco de la papa. Por todo ello, es menester, tomar políticas, estrategias, y otras medidas para minimizar la emisión o desechos de estos compuestos químicos a la atmósfera, al sistema hídrico u otro recurso natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Araujo, J., 1990. La muerte silenciosa. T.H.Madrid.

CICT, 1992. Progr. Bridge de Biotecnología de la CE. Madrid.

DEPARTMENT OF ENVIROMENT, 1992. Global climate change. Dep. of Enviroment. Londres.

CORMIS, L. de et al., 1968. Absortion des fluorures en solution et migration du fluor chez la tomate. Ann. Physiol. Veg. 10,3.

GASSNER, M. et al., 1987. Relation von meteorologischen Gegebenheiten mit pollen und Luftschadstoffimmissionen insbesondere Ozon, im Rheintal. Schw, Arztezeitung. 68.

SEOANEZ, M. 1997. Síntomas y efectos visibles y no visibles de la contaminación por fluor en vegetales. INIA Burgos.

WMO/UNEP, 1990. Climate change. UNEP. Nairobi.

YASUKARA, A. et al., 1979. Volatile and odours components in solid swine manure. Agric. Biol. Chem. (JPN). 43,2.

**TABLAS DE SENSIBILIDAD RELATIVA DE ESPECIES VEGETALES PARA
DISTINTOS CONTAMINANTES ORDENADOS POR NOMBRE CIENTÍFICO**

ESPECIES VEGETALES MUY SENSIBLES AL SO₂

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Avena sativa</i>	Avena	Poaceae (gramínea)
<i>Beta sp</i>	Acelgas	Chenopodiaceae
<i>Cichorium endivia</i>	Endivia, escarola	Asteraceae
<i>Corylus avellana</i>	Avellano	Corylaceae
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	Apiaceae (umbelifer)
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Trigo sarraceno	Polygonaceae
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	Asteraceae
<i>Lathyrus (odoratus)</i>	Guisante de olor	Fabaceae
<i>Malva sp</i>	Malva	Malvaceae
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Fabaceae
<i>Mespilus germanica</i>	Níspero	Rosaceae
<i>Oxalis acetosilla</i>	Aleluya, acederilla	Oxalidaceae
<i>Picea abies</i>	Abeto rojo	Pinaceae
<i>Pisum sativum</i>	Guisante	Fabaceae
<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén menor	Plantaginaceae
<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo	Rosaceae
<i>Pteris aquilinum</i>	Helecho común	Hipolepidaceae
<i>Pyrus communis</i>	Peral	Rosaceae
<i>Rhaphanus sativus</i>	Rábano	Cruciferae
<i>Salix sp</i>	Sauce	Salicaceae
<i>Taraxacum dens-leonis</i>	Diente de león	Asteraceae
<i>Trifolium incarnatum</i>	Trébol rojo	Fabaceae

ESPECIES VEGETALES RESISTENTES AL DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Falso plátano	Aceraceae
<i>Ailanthus altissima</i>	Árbol de cielo	Simarobaceae
<i>Betula pendula</i>	Abedul	Betulaceae
<i>Betula verrucosa</i>	Abedul	Betulaceae
<i>Capsella bursa pastoris</i>	Bolsa de pastoris	Cruciferae
<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa	Bignoniaceae
<i>Citrus sp</i>	Naranjos, limoneros	Rutaceae
<i>Cucumis melo</i>	Melon	Cucurbitaceae
<i>Cucumis sativus</i>	Pepino	Cucurbitaceae
<i>Cucúrbita pepo</i>	Calabaza	Cucurbitaceae
<i>Dianthus sp</i>	Claveles	Caryophyllaceae
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno	Oleaceae
<i>Hedera hélix</i>	Hiedra	Araliaceae
<i>Lonicera caprifolium</i>	Madreselva	Caprifoliaceae
<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo	Rosaceae
<i>Prunus persica</i>	Melocotón	Rosaceae
<i>Pyrus communis</i>	Peral	Rosaceae
<i>Rubus idaeus</i>	Frambueso	Rosaceae
<i>Salix alba</i>	Sauce	Salicaceae
<i>Thuja plicata</i>	Tuya gigante	Cupressaceae

Sensibilidad de las especies vegetales a los principales contaminantes atmosféricos.

<i>Vitis vinifera</i>	Vid	Vitaceae
<i>Zea mays</i>	Maiz	Gramineae

ESPECIES VEGETALES MUY SENSIBLES AL AZONO (O₃)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco mayor	Solanaceae
<i>Spinaca oleracea</i>	Espinaca	Chenopodiaceae

ESPECIES VEGETALES RESISTENTES AL OZONO (O₃)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Beta sp</i>	Acelgas	Chenopodiaceae
<i>Fragaria sp</i>	Fresas	Rosaceae
<i>Gladiolus sp</i>	Gladiolos	Iridaceae
<i>Gossypium sp</i>	Algodonero	Malvaceae
<i>Juglans nigra</i>	Nogal negro	Juglandaceae
<i>Juglan regia</i>	Nogal	Juglandaceae
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	Asteraceae
<i>Mentea sp</i>	Mentas	Lamiaceae
<i>Prisa sativa</i>	Arroz	Gramineae
<i>Pelargonium sp</i>	Geranios	Geraniaceae
<i>Prunus avium</i>	Cerezo	Rosaceae
<i>Prunus persica</i>	Melocotonero	Rosaceae
<i>Salix babylonica</i>	Sauce lloron	Legumineae
<i>Vitis vinifera</i>	Vid	Vitaceae

ESPECIES VEGETALES MUY SENSIBLES AL PEROXIACETIL NITRATO (P.A.N.)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Apium graveolens</i>	Apio	Umbeliferae
<i>Avena sativa</i>	Avena	Gramineae
<i>Beta vulgaris</i>	Acelga	Chenopodiaceae
<i>Brassica sp</i>	Coles	Cruciferae
<i>Dalia sp</i>	Dalias	Asteraceae
<i>Fucsia sp</i>	Fucsias	Onagraceae
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	Asteraceae
<i>Lycopersicum esculentum</i>	Tomatera	Solaneae
<i>Mentha sp</i>	Mentas	Lamiaceae
<i>Mimulus sp</i>	Almizcles	Scrophulariaceae
<i>Petunia hibrida</i>	Petunia	Solanaceae
<i>Phaeolus vulgaris</i>	Judia	Legumineae
<i>Trifolium sp</i>	Treboles	Legumineae
<i>Urtica urens</i>	Ortiga menor	Urticaceae

ESPECIES VEGETALES RESISTENTES AL PEROXIACETIL NITRATOS (PAN)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	Liliaceae
<i>Begonia sp</i>	Begonias	Begoniaceae
<i>Brassica oleraceae</i>	Col	Cruciferae
<i>Brassica sp</i>	Coles	Cruciferae
<i>Capsicum sp</i>	Crisantemos	Asteraceae
<i>Cucumis sativus</i>	Pepino	Cucurbitaceae
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodonero	Malvaceae
<i>Raphanus sativus</i>	Rábano	Cruciferae
<i>Sorghum media</i>	Sorgo	Gramineae
<i>Viola sp</i>	Violetas, pensamientos	Violaceae
<i>Zea mays</i>	Maíz	Gramineae

ESPECIES VEGETALES SENSIBLES AL OXIDOS DE NITROGENO (NOx)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Betula pendula</i>	Abedul	Betulaceae
<i>Brassica sp</i>	Coles, frejoles	Cruciferae
<i>Carpinus betulus</i>	Carpe	Corylaceae
<i>Fagus sylvatica</i>	Haya	Fagaceae
<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	Asteraceae
<i>Lactuca sativus</i>	Lechuga	Asteraceae
<i>Larix leptolepis</i>	Alerce japonés	Pinaceae
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Caprifoliaceae

ESPECIES VEGETALES RESISTENTES AL OXIDO DE NITRÓGENO (NOx)

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Hacer platanoides</i>	Arce real	Aceraceae
<i>Chenopodium album</i>	Cenizo	Chenopodiaceae
<i>Pyrus communis</i>	Peral	Rosaceae
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Caprifoliaceae

ESPECIES VEGETALES MUY SENSIBLES AL HCl

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Corylus avellana</i>	Avellano	Corylaceae
<i>Fragaria chilensis</i>	Fresa de jardín	Rosaceae
<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	Asteraceae
<i>Malus communis</i>	Manzano	Rosaceae
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Judía	Fabaceae
<i>Picea abies</i>	Abeto rojo	Pinaceae
<i>Raphanus sativus</i>	Rábano	Cruciferae
<i>Spinaceae oleraceae</i>	Espinaca	Chenopodium
<i>Vicia faba</i>	Haba	Fabaceae
<i>Vitis vinifera</i>	Vid	Vitaceae

ESPECIES VEGETALES RESISTENTES AL HCl

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Hacer sp</i>	Arces	Aceraceae
<i>Fagus sp</i>	Hayas	Fagaceae
<i>Picea sp</i>	Piceas	Pinaceae
<i>Pyrus sp</i>	Perales	Rosaceae
<i>Quercus sp</i>	Robles	Fagaceae

ESPECIES VEGETALES MUY SENSIBLES AL FH

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	Liliaceae
<i>Allium porrum</i>	Puerro	Liliaceae
<i>Carpinus betulus</i>	Carpe	Corylaceae
<i>Corylus avellana</i>	Avellano	Corylaceae
<i>Epilobium angustifolium</i>	Laurel de San Antonio	Onagraceae
<i>Fragaria sp</i>	Fresas	Rosaceae
<i>Gladiolus communis</i>	Gladiolo	Iridaceae

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Gladiolus sp</i>	Gladiolos	Iridaceae
<i>Hypericum perforatum</i>	Hierba de San Juan	Guttiferae
<i>Iris sp</i>	Lirios	Iridaceae
<i>Juglans regia</i>	Nogal	Juglandaceae
<i>Lilium matargon</i>	Azucena silvestre	Liliaceae
<i>Malus sp</i>	Manzanos	Rosaceae
<i>Narcissus sp</i>	Narcisos	Amaryllidaceae
<i>Orchis sp</i>	Orquídeas	Orquidaceae
<i>Oxalis sp</i>	Aleluyas	Oxalidaceae
<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil	Apiaceae (umbel)
<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo	Rosaceae
<i>Prunus persica</i>	Melocotonero	Rosaceae
<i>Solanum tuberosum</i>	Patata	Solanaceae
<i>Vitis vinifera</i>	Vid	Vitaceae
<i>Zea mays</i>	Maiz	Gramineae

ESPECIES VEGETALES RESISTENTES AL HF

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	Liliaceae
<i>Alnus incana</i>	Aliso de america	Betulaceae
<i>Brassica sylvestris</i>	Coliflor	Cruciferae
<i>Chrysanthemum</i>	Crisantemos	Asteraceae
<i>Citrus limón</i>	Limonero	Rutaceae
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	Apiaceae
<i>Fragaria sp</i>	Fresas	Rosaceae
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno	Oleaceae
<i>Glycine max</i>	Soya	Legumineae
<i>Gossypium herbaceum</i>	Algodonero	Malvaceae
<i>Helianthus sp</i>	Girasoles	Asteraceae
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	Lauraceae
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	Ligustro	Oleaceae
<i>Lonicera caprifolium</i>	Madreselva	Carprifoliaceae
<i>Lycopersicum esculentum</i>	Tomatera	Solanaceae
<i>Malus sp</i>	Manzanos	Rosaceae
<i>Malus sylvestris</i>	Manzano silvestre	Rosaceae
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Legumineae
<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	Solanaceae
<i>Platanus sp</i>	Platanos	Platanaceae
<i>Prunus persica</i>	Melocotonero	Rosaceae
<i>Pyrus communis</i>	Peral	Rosaceae
<i>Rosa sp</i>	Rosas	Rosaceae
<i>Rubus idaeus</i>	Frambueso	Rosaceae
<i>Solanum melongona</i>	Berenjena	
<i>Solanum tuberosum</i>	Patata	
<i>Triticum sp</i>	Trigo	
<i>Ulmus campestris</i>	Olmo	
<i>Vitis vinifera</i>	Vid	
<i>Zea mays</i>	Maíz	