MUSGOS Y HEPATICAS URBANOS DE LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

PATXI HERAS
ALICIA SORIA

INTRODUCCION

El crecimiento demográfico experimentado por la Humanidad durante el último siglo y los acontecimientos históricos y sociales han desencadenado uno de los fenómenos característicos de nuestra época: la gran expansión de las ciudades.

Para el ecólogo, las ciudades son un medio ecológico más, de reciente aparición en la historia de la Tierra, pero que no escapa de la tendencia que tiene la vida de cubrir toda la superficie del planeta. Evidentemente, todo en las ciudades está para satisfacer las necesidades del hombre y esto las convierte en un medio hostil y agresivo, pero varios animales y plantas han encontrado en las aglomeraciones urbanas un buen lugar para vivir, amparados por sus peculiares condiciones ecológicas.

Los briófitos (musgos y hepáticas) suelen ser un componente importante de la vegetación urbana. Al igual que el de los líquenes, el estudio de los briófitos permite obtener una idea del impacto que las actividades urbanas tienen en el ambiente, habiéndose constatado en varias ciudades un empobrecimiento de la vegetación muscinal, debido principalmente a la contaminación atmosférica.

No tenemos un buen conocimiento de los briófitos de las ciudades españolas, aunque afortunadamente en los últimos años han empezado a realizarse algunos trabajos en este sentido. Nosotros hemos querido contribuir a esta empresa y por ello presentamos los resultados de un estudio sobre la flora y vegetación briológicas de la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

1. LOS BRIOFITOS Y EL ECOSISTEMA URBANO

1.1. La ciudad como medio ecológico

Para quienes nos interesan los vegetales de las ciudades, hay tres rasgos de gran importancia que caracterizan al ecosistema urbano. Son su riqueza en nutrientes, el particular clima urbano y la contaminación atmosférica.

Consecuencia de la actividad incesante de sus habitantes, en las ciudades abundan los sustratos ricos en principios nutritivos. El acúmulo de polvo (conteniendo abundantes partículas procedentes de la combustión de materias orgánicas) y otros detritos (partículas rocosas, pelos, pelusas, ...) crea unas películas de suelo ricas en nutrientes, aunque generalmente finas y limitadas a grietas y ángulos en las bases de las paredes. Por otro lado, en las urbes son frecuentes los solares y jardines cuyos suelos suelen ser removidos. Además, el mantenimiento de los jardines implica una serie de actividades que configuran un suelo abonado. Todo ello favorece la instalación de vegetales con apetencia por sustratos ricos y nitrogenados, de forma que se facilita la vida de especies de carácter ruderal.

Un aspecto muy interesante para el biólogo que trabaja en las ciudades es el climatológico. El clima de una ciudad es netamente diferente del de las áreas rurales circundantes y del que existiría si la ciudad no estuviera ahí. Puede decirse que la misma ciudad es la causante de su clima, bien sea debido a la propia estructura urbana o a la actividad de sus habitantes. Parece ser que, en términos medios y cualquiera que sea el tamaño de la urbe, la diferencia máxima de temperatura entre la ciudad y el campo circundante oscila entre 5’5-8’5 ºC, a favor de la ciudad, que la humedad relativa del aire urbano es alrededor de un 6 % menor que la media anual del campo, que en la ciudad llueve algo más que en el campo (sobre todo aumenta la cantidad de días chispeantes), que una ciudad tiene un 14 % menos de días con nieve y que la temporada entre la última helada primaveral y la primera otoñal es de 3-4 semanas más larga en la ciudad (LOWRY, 1975). En términos generales, el medio urbano es más cálido y seco que el rural y ello es debido a cinco factores:

— la naturaleza de los materiales rocosos predominantes en la ciudad, que aceptan fácilmente energía calorífica y la almacenan.

— la estructura de la ciudad funciona como un laberinto de reflectores, que van absorbiendo la energía solar debido a la gran variedad de formas y orientaciones que ofrece, y a la abundancia de paredes verticales que pueden recibir la radiación solar durante el amanecer y el ocaso. Además, el laberinto de edificios frena el viento con lo que la dispersión del aire caliente es menor.

— las ciudades son prodigiosos generadores de calor. Las calefacciones, fábricas y los automóviles son fuentes de calor que faltan en el campo.

— en el medio rural la evaporación del agua retenida en el suelo tras las precipitaciones constituye un sistema de enfriamiento de la atmósfera. En la ciudad esto no sucede porque el agua de lluvia o la nieve se eliminan mediante los sistemas de alcantarillado y desagües.

— la atmósfera de la ciudad contiene una carga de partículas en suspensión que, aunque también refleja la radiación solar incidente, retarda la emisión de calor al espacio durante la noche. Por otro lado, esta carga de diminutos contaminantes actúa como núcleos de condensación para el vapor de agua del aire, con el resultado de que en las ciudades suele haber más días de niebla o con lloviznas que en los terrenos rurales.

Un fenómeno representativo de las aglomeraciones urbanas es el de la contaminación atmosférica. Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de sustancias que alteran su calidad. Suele distinguirse, dentro de estas sustancias, a los contaminantes primarios, que son vertidos directamente a la atmósfera y responsables de la contaminación convencional, y a los contaminantes secundarios, producidos en las reacciones que se dan entre los contaminantes primarios y que originan fenómenos como la contaminación fotoquímica, la acidificación (lluvia ácida) o la disminución de la capa de ozono (SANZ SA, 1985). Para el tema que nos ocupa, nos interesan especialmente los contaminantes primarios. Entre ellos se encuentran los aerosoles, los óxidos de azufre (SOx), los óxidos de nitrógeno (NOx), el monóxido de carbono (CO), el anhídrico carbónico (CO_2), el ozono (O_3) y los hidrocarburos. Sólo nos ocuparemos brevemente de los primeros, por afectar al mundo vegetal.

Los aerosoles son dispersiones de partículas en la atmósfera y son muy abundantes en el aire urbano a consecuencia de la incesante actividad que se desarrolla en su seno. Su naturaleza química es variada y depende mucho de su origen; así el polvo procedente del suelo es rico en compuestos de calcio, aluminio y silicio, mientras que los humos procedentes de la combustión contienen compuestos de carbono. Es importante el tamaño de estas partículas, pues si son menores de 10 mm quedan suspendidas en el aire durante largo tiempo, constituyendo la *materia en suspensión* o humos. Si son mayores de 10 mm, permanecen poco tiempo en el aire y precipitan formando la *materia sedimentable.* Todas estas partículas son un importante componente de los suelos que se forman en las ciudades y su deposición depende en gran medida de la pluviometría.

Los óxidos de azufre (SOx) se producen en la combustión de sustancias que contienen azufre, como el carbón, el gasóleo y el fuel-oil. El óxido de azufre más comúnmente liberado a la atmósfera de las ciudades es el anhídrido sulfuroso (SO_2) un gas que es muy tóxico para los vegetales.

Los óxidos de nitrógeno (NOx) se producen en los procesos de combustión a temperaturas elevadas y son uno de los contaminantes que surgen de los tubos de escape de los automóviles. En las ciudades están representados por

dos gases, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2), este último tóxico para los vegetales.

Mención aparte merecen otras sustancias tóxicas para el mundo vegetal y que también forman parte de los contaminantes primarios. Así, por ejemplo, tenemos a los metales pesados (el mercurio y el plomo, éste presente en las gasolinas) y los compuestos fluorados, emitidos generalmente por las industrias del aluminio, vidrio, fosfatos y cerámicas.

Tras el ingreso de España en la Comunidad Económica Europea, las actuales normas referentes a los niveles de inmisión para las materias en suspensión y el SO_2 admisibles para la calidad del aire son más rigurosas que las existentes anteriormente y vienen recogidas en el Real Decreto 1613 del 1 de Agosto de 1985.

1.2. Los briófitos urbanos

A pesar de que las características ambientales de las ciudades las convierte en medios duros y agresivos para muchos seres vivos, a otros parece favorecerles. Entre los vegetales, los briófitos (hepáticas y musgos) son de los más normales en nuestras ciudades. Son seres fotosintetizadores, terrestres, sencillos y primitivos entre los cuales existen especies que están bien capacitadas para vivir en el medio urbano. Las caracteres que facultan a los briófitos para habitar las ciudades son:

— la absorción directa por las células del gametófito de los nutrientes desde el sustrato y del agua.

— la posibilidad de instalarse en los sustratos perturbados y desequilibrados químicamente y también en los duros y compactos, impenetrables a las raíces de los vegetales superiores.

— aunque generalmente son sensibles a la desecación (por ello suelen habitar ambientes sombríos y húmedos) poseen la facultad de la reviviscencia.

— la gran capacidad para la multiplicación vegetativa.

Todo esto les convierte, junto a los líquenes, en seres pioneros y colonizadores de medios difíciles. Sin embargo es algo bien constatado el empobrecimiento de la flora muscinal de las ciudades, achacable principalmente a la polución atmosférica (véase, por ejemplo, SERGIO, 1981). Al igual que los líquenes, los briófitos son muy sensibles a ciertos contaminantes y su estudio dentro de las áreas urbanas tienen interés para evaluar la calidad del aire. Pero a pesar de ello y con estos objetivos, los musgos y las hepáticas han sido menos utilizados que los líquenes. En España, por ejemplo, hasta la fecha se ha estudiado la flora y vegetación muscinales de diez ciudades: Granada (ESTEVE et al., 1977) Sevilla (CASAS & SAIZ JIMENEZ, 1982), Avila, Badajoz, Madrid, Toledo (RON et al., 1987) Guadalajara (AYALA, 1987), Segovia (LARA & MAZIMPAKA, 1987), Logroño (SORIA & RON, 1987) y Palma de Mallorca (FIOLL, 1983).

En la atmósfera contaminada de las ciudades existen varias sustancias tóxicas para los briófitos (FH, O_3, metales pesados), pero el principal responsable del daño es el anhídrido sulfuroso (SO,). De todas las formas, existen varios factores que influyen en la sensibilidad de los briófitos a los contaminantes atmosféricos (LEBLANC & RAO, 1974). En primer lugar, está la distancia al foco emisor: generalmente, la diversidad briofítica aumenta al alejarnos de la fuente de polución, a la vez que las especies sensibles se hacen más frecuentes. También es importante el hábitat, pues las especies que viven terrícolas son más resistentes que las saxícolas y éstas que las epífitas. La naturaleza del sustrato es muy importante, pues se sabe que en las ciudades los microambientes alcalinos y húmedos son más ricos en briófitos debido a que el agua favorece la ionización y oxidación de los contaminantes ácidos y porque los sustratos básicos ejercen un cierto efecto tampón. Por otro lado, también son decisivas las formas de crecimiento de los briófitos. La tendencia general es que los céspedes altos y sueltos y las hepáticas foliosas sean más sensibles, mientras que los céspedes bajos y apretados y las hepáticas talosas sean más resistentes. Finalmente, hasta las particularidades en el ciclo biológico de cada especie son fundamentales, pues la contaminación, al reducir la vitalidad de las plantas, inhibe la fertilidad sexual. Además, de todas las fases del ciclo biológico, el protonema es especialmente sensible. De ahí que muchas especies de briófitos urbanos tengan gran capacidad de reproducción vegetativa (propágulos) y que aquellas que presentan un protonema de corta duración resulten favorecidas. Para mantener este rápido desarrollo es necesario un aporte de nutrientes continuo, asegurado en las ciudades gracias al depósito de polvo y a la creación de suelos ricos en sales y compuestos nitrogenados. Esto explica el predominio de briófitos nitrófilos en las urbes.

La abundancia y diversidad briológicas de una ciudad depende enormemente de lo numerosas que sean las zonas verdes, así como de su tamaño. La presencia de parques y jardines favorece especialmente a los briófitos epífitos, los más sensibles a la contaminación.

Con respecto a la contaminación atmosférica y en base a la sensibilidad de los briófitos al SO_2, se pueden distinguir cuatro categorías de toxisensibilidad (SORIA & RON, 1987):

a) especies toxífilas: prefieren las áreas urbanas e industriales.

b) especies toxitolerantes: aunque resultan afectadas por la polución, resisten niveles muy altos de SO_2.

c) especies medianamente toxitolerantes: son tolerantes porque en las ciudades se refugian en lugares protegidos de la polución o bien adoptan hábitos que les confieren mayor resistencia (por ejemplo, el musgo *Amblystegium serpens* en condiciones de contaminación es estrictamente calcícola y *Eurhynchium praelongum* y *Brachythecium rutabulum* la resisten bien como terrícolas entre el césped de los jardines).

d) especies sensibles: tienen poca capacidad de adaptación al medio urbano y se refugian en lugares donde el efecto de la polución es muy escaso.

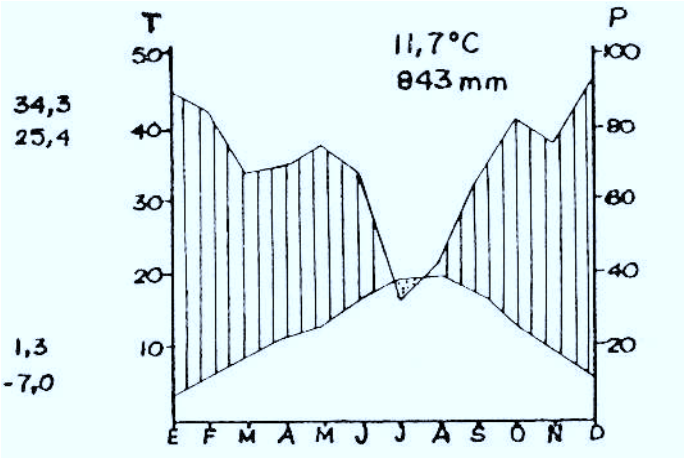
Los briófitos toxífilos y, sobre todo, los toxitolerantes son los más corrientes a lo largo de todas las ciudades, puesto que se han visto libres de la competencia de las especies menos tolerantes y las sensibles. Por otro lado suelen presentar gran capacidad reproductiva (tanto sexual como vegetativa) y su pequeño tamaño les permite sobrevivir en muchos ambientes urbanos caracterizados por un pisoteo continuo. Así por ejemplo, *Tortula muralis, Bryum argenteum, Bryum bicolor* y *Orthotrichum diaphanum* son musgos muy comunes en diversos sustratos y ambientes de nuestras ciudades.

2. LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

2.1. Situación geográfica y climatología

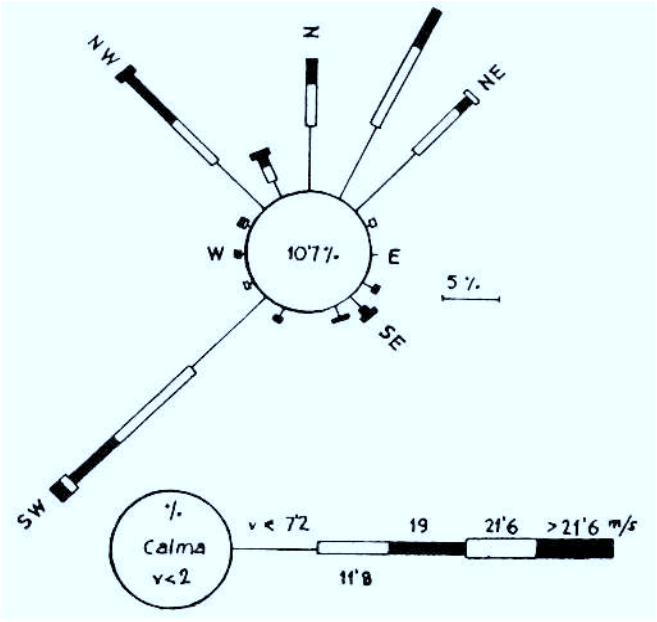
La ciudad de Vitoria-Gasteiz se encuentra en el Norte de la Península Ibérica, entre los 42º 49' y 42º 52' de latitud Norte y los 2º 43' y 2º 38' de longitud Oeste. Capital de la provincia o territorio histórico de Alava, se ubica en plena Llanada Alavesa, aproximadamente en el centro de la misma y entre los 520 y 550 m sobre el nivel del mar.

Vitoria-Gasteiz ocupa una extensión aproximada de 2.000 Ha, contabilizando las superficies edificadas, los polígonos industriales, zonas verdes y descampados periféricos. Todo lo que puede considerarse como área netamente urbanizada queda comprendido entre la ribera izquierda del río Zadorra, que pasa al Norte de la población, y las zonas residenciales, los parques e instalaciones deportivas situadas al Sur del ferrocarril Irún-Madrid. En general, exceptuando el Casco Viejo o Medieval que está encaramado en un cerro, la ciudad se asienta en terrenos llanos.



El clima de Vitoria-Gasteiz es una transición entre el clima oceánico típico de las comarcas más norteñas de Alava y el mediterráneo de interior característico de la Rioja Alavesa. Podríamos definirlo como un clima subcantábrico húmedo. La distancia al mar (alrededor de 60 Km) y su altitud suponen una cierta continentalización del clima, debiéndose destacar los inviernos fríos, con nevadas, y la sequía estival. Los datos medios de temperaturas y precipitaciones y su distribución anual se hallan recogidos en el siguiente diagrama ombrotérmico, tomado de ASEGINOLAZA et al. (1984).

En cuanto a los vientos, la rosa de vientos del año 1986-1987 (IMSAC, 1987) señala a los del SW y los de componente Norte como los dominantes. También puede verse cómo suelen ser los vientos del SW los que alcanzan mayor velocidad.



La ciudad de Vitoria-Gasteiz está asentada sobre terrenos calcáreos y la práctica totalidad de la piedra y los materiales usados en su construcción son básicos.

2.2. Reseña histórica, estructura urbana y población de Vitoria-Gasteiz

La estructura urbana es un factor decisivo para la vegetación muscinal de las ciudades. Como la disposición del caserío y el entramado de las calles de

una población es una consecuencia de las necesidades y del concepto urbanístico de cada época, creemos interesante hacer un breve resumen de la historia de Vitoria-Gasteiz, atendiendo a los aspectos que más pueden interesarnos para nuestro estudio.

En 1181, el rey Sancho VI de Navarra dió fuero de población y dotó de murallas a la aldea de Gasteiz que, situada en lo alto de un cerro en plena Llanada Alavesa, ofrecía una privilegiada situación estratégica en aquellos años de disputas entre los reinos de Castilla y Navarra. Vitoria-Gasteiz ha heredado en su Casco Medieval y a lo largo de más de 800 años la estructura que impuso la necesidad militar de su fundación, aunque las murallas fueron derribadas (hoy sólo quedan unos pocos retazos de ellas) y sus calles ensanchadas con el paso del tiempo, sobre todo en el siglo XIX. A partir de este núcleo en lo alto del cerro, durante el siglo XIII la ciudad se extendió bajando por las laderas este y oeste. Las calles de este Casco Medieval son angostas, concéntricas, trazadas siguiendo las curvas de nivel del cerro y cortadas por los «cantones», empinadas callejas que bajan desde la parte alta de la ciudad. La edificación es la típica de los cascos viejos; exceptuando los palacios, la mayoría de las viviendas se aprietan entre sí, no dejando lugar para plazas o jardines, son de unos tres pisos de altura y de fachada estrecha. Este núcleo antiguo está hoy sometido a una degradación física y social, aunque en buena parte está siendo rehabilitado por una política de reconstrucción de edificios y de adecuación de su infraestructura por parte de instituciones locales.

Más o menos el Casco Medieval contuvo a toda la ciudad hasta finales del siglo XVIII. Una ingeniosa solución arquitectónica («Los Arquillos») permitió salvar un fuerte desnivel rocoso que existía al Sur de la ciudad antigua. El conjunto de «Los Arquillos» y la Plaza Nueva, edificado entre 1781 y 1796, posibilitó el crecimiento de la ciudad hacia el Sur que se dió en el siglo XIX, constituyendo el Ensanche Decimonónico que, junto al Casco Medieval, conforma lo que se ha llamado el Centro Histórico de Vitoria-Gasteiz. El desarrollo hacia el Sur de este Ensanche Decimonónico fue dirigido por la construcción del ferrocarril. El estilo urbanístico, en trama reticular, es bastante regular y con una tipología en manzana cerrada. Aquí las edificaciones poseen fachadas más amplias, tres o cuatro alturas y debe destacarse de ellas a los «miradores», galerías acristaladas típicas de las ciudades del Norte de España. Muchos de estos edificios están siendo en la actualidad remozados con vista a su conservación, dada la acentuada significación que en la escena urbana de Vitoria-Gasteiz tiene el conjunto decimonónico.

La mayor parte (alrededor del 90 %) del área urbana de la capital alavesa ha sido ocupada durante el siglo xx, sobre todo en los años 60-70, en los que Vitoria-Gasteiz tuvo un vertiginoso crecimiento. La ciudad pasó de 32.366 habitantes en 1900 a 53.571 en 1950 y alcanza hoy alrededor de las 200.000 personas. Este crecimiento, el mayor de todas las ciudades españolas de esa época, fue debido al desarrollo industrial que atrajo a numerosos inmigrantes desde la provincia y de otras regiones (principalmente Castilla-León). Nacie-

ron con todo esto los polígonos que en la actualidad rodean al Centro Histórico. Son los barrios de, empezando por el Norte y siguiendo el sentido horario, Zaramaga, Aranbizkarra-Aranzabela, Arana, Santa Lucía, Adurza-Iturritxu, Ariznavarra, San Martín, Ajuria, Txagorritxu, Gazalbide y El Pilar. Además, a principios de los 70 se desarrolló un ambicioso proyecto —Actur de Lacua— en previsión del crecimiento de la ciudad, que parecía imparable en aquél momento. Situado al NW de la ciudad y más alla de la carretera de circunvalación, de este polígono, pensado para 80.000 personas, sólo se ha realizado el barrio de Sansomendi y el de Lacua. Las edificaciones de estos nuevos barrios están distribuidos entre zonas verdes y se agrupan en bloques de viviendas, con varias alturas y a veces formando torres de 12 ó 14 pisos, dentro de los cánones de la arquitectura racionalista y funcional. En el conjunto urbanístico del siglo xx debe destacarse, por su peculiaridad, al conjunto de la Ciudad Jardín-Parque de El Prado-Paseo de Fray Francisco, con sus palacetes y chalets, situado al Sur de Vitoria-Gasteiz y construido en los años 20. Asímismo hay que mencionar a la zona de la Avenida de Nuestra Señora de Estíbaliz y José Lejarreta, cerca del parque de Judizmendi, con sus viviendas unifamiliares levantadas en los años 30-40.

Abundan en Vitoria-Gasteiz los jardines. Hay un millón de metros cuadrados de superficie en zonas verdes, lo que viene a ser 6 m^2 de parque por vitoriano, quedando en este aspecto a la cabeza de otras ciudades del Estado Español. Destaca entre todos, por su tradición, «La Florida», un parque romántico configurado en 1820 y 1855. No muy lejos queda el parque de «El Prado» que, con sus grandes árboles, también es uno de los pulmones de la ciudad. Sin embargo, el más extenso es el parque de San Juan de Arriaga (inaugurado en 1979). Hay muchas más zonas ajardinadas, sobre todo pequeñas zonas verdes entre los bloques de viviendas de las nuevas barriadas. Merecen cierta atención, por su mayor extensión, los parques de Molinuevo, Arambizkarra, Arana y Judizmendi, todos ellos de reciente creación.

Las industrias de Vitoria-Gasteiz se ubican en tres zonas industriales: Olárizu, al SE, Ali-Gobeo, al NW y, el mayor complejo, Arriaga-Gamarra-Betoño-Larregana, al NE. Todas ellas forman un cinturón rodeando el casco urbano de la ciudad.

Más detalles de la historia y estructura de la ciudad puede hallarse en ADRIAN et al. (1981), AGUILERA ROJAS (1978) LLANOS (1981) y VAL et al. (1987), fuentes que han servido para la elaboración de las líneas anteriores. Los datos de la población de Vitoria-Gasteiz proceden de BARRIO OLAS0 (1983).

2.3. La contaminación atmosférica en Vitoria-Gasteiz

Para este capítulo nos hemos servido de los informes que sobre la contaminación atmosférica de Vitoria-Gasteiz existen en el Instituto Municipal de

Sanidad Ambiental y Consumo (CASADO, 1981) (CASADO & Mz. DE ILARDUYA, 1982, 1983, 1984, 1985) (IMSAC, 1987).

Durante la campaña 1986-1987 existieron 10 estaciones captadoras de partículas en suspensión (humos) y de dióxido de azufre (SO_2) y otras 3 captadoras de partículas sedimentables. De estos tres contaminantes existen resúmenes que recogen los datos obtenidos entre los años 1980 y 1987. Además, durante la campaña 1982-1983 se obtuvieron datos de las inmisiones de sustancias fluoradas y también algunos sobre la presencia de óxidos de nitrógeno (NOx).

En las inmisiones (concentraciones medias de los contaminantes en el aire durante cierto tiempo) de Vitoria-Gasteiz no influyen las emisiones (fuentes de contaminantes) producidas por otros núcleos urbanos, debiéndose el nivel de inmisión de la ciudad a las propias emisiones. En rasgos generales puede decirse que el aire de Vitoria-Gasteiz es aceptable dentro de lo que puede ser para una ciudad como la que nos ocupa, debiéndose destacar que la calidad del aire de la capital alavesa ha mejorado en los últimos años. Esta mejoría ha sido debida a la puesta en marcha de medios correctores en las industrias y, sobre todo y como ya veremos con más detalle, a la sustitución paulatina del fuel-oil por el gas natural como combustible para las calefacciones domésticas. Con ello, puede considerarse a Vitoria-Gasteiz como una ciudad poco contaminada atmosféricamente y en la que raramente se sobrepasan los límites de inmisión establecidos por la legislación.

El predominio de los vientos de componente norte y la existencia de un cinturón industrial al Norte de la ciudad hacen que los contaminantes (especialmente las partículas en suspensión) la alcancen y que, en el cómputo global de la contaminación atmosférica de Vitoria-Gasteiz, las emisiones industriales tengan cierta relevancia. Esto es por lo menos lo que parece reflejar el ritmo semanal del SO_2 y los humos, que alcanzan las mayores concentraciones en el aire vitoriano durante los días laborables y las mínimas en los domingos. Este fenómeno es independiente de la época del año y como durante los fines de semana las fuentes de polución que disminuyen son las industriales y no las domésticas, es posible creer en la influencia de aquellas en la calidad atmosférica de la ciudad.

Además de este ritmo semanal, también se observa un ritmo estacional en la calidad del aire de Vitoria-Gasteiz. Pueden distinguirse, a lo largo del año, tres tipos de periodos. El «periodo limpio» está constituido por los meses de Junio, Julio y Agosto, cuando las condiciones climatológicas son más favorables para la dispersión de los contaminantes, las calefacciones no funcionan y la actividad disminuye a consecuencia de las vacaciones. Otro «periodo intermedio» está constituido por los meses de Marzo, Abril, Mayo, Setiembre y Octubre, mientras que el «periodo sucio» lo está por los de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero. Es en este «periodo sucio» cuando pueden puntualmente sobrepasarse los límites fijados por la legislación. Así, en 1986-1987, se produjo la declaración de «zona contaminada por partículas en suspensión»

en sólo dos estaciones situadas en calles con elevado tráfico. Dos hechos explican la existencia del «periodo sucio» durante el invierno: por un lado el encendido de las calefacciones domésticas para combatir las bajas temperaturas que se alcanzan en el invierno vitoriano y por otro la frecuencia con que se dan situaciones meteorológicas desfavorables para la dispersión de los contaminantes, representadas por los días despejados, con heladas nocturnas e inversión térmica. Son por esto decisivas para la calidad del aire de Vitoria-Gasteiz las diferentes situaciones meteorológicas que se dan en cada invierno.

Como ya hemos indicado, ha sido significativa la influencia del cambio de combustible usado en las calefacciones sobre la reducción de las inmisiones de SO_2 y humos en Vitoria-Gasteiz. Los combustibles sólidos (carbón) y líquidos (aceites combustibles tipo fuel-oil y gasóleo) contienen proporciones variables de azufre (entre 0'9-3'2 % de azufre según los tipos de fuel-oil y 0'65 % el gasóleo C) de forma que en su quema liberan cantidades importantes de SO_2. En Vitoria-Gasteiz el uso de carbón tiene poca importancia, pero fue muy considerable el gasto de aceites combustibles para las calefacciones domésticas. En la última década, progresivamente se ha ido sustituyendo el empleo de estos combustibles por el gas natural, cuyo contenido en azufre y su producción de partículas son muy bajos. Esta conducta supuso, en el periodo 1980-1985, una disminución del 45 % en las emisiones de SO_2 con lo que las inmisiones de este gas en la atmósfera vitoriana bajó en un 65 %, además de un 19 % para los humos. El siguiente cuadro, que recoge el consumo de aceites combustibles y de gas natural durante los cuatro primeros años de los 80, ilustra bien esta reducción en la emisión de SO_2.

Año	Fuel-oil (Tm)	Gasóleo C (Tm)	Gas natural (millones de termias)	SO_2 vertido a la atmósfera vitoriana (Tm)
1980	178.000	?	5,2	7.000
1981	137.000	?	93,1	5.900
1982	103.324	37.184	261	5.188
1983	63.824	50.214	418,5	3.446

Durante 1983 se instaló en un punto de elevada densidad de tráfico (cruce de las calles Los Herrán-Santiago) un analizador de óxidos de nitrógeno (NOx) que reveló unas concentraciones elevadas de estos compuestos, rebasándose (aunque ligeramente) las concentraciones máximas admisibles (200 $\mu g/m^3$), sobre todo los días sin viento. Así como con respecto al SO_2, Vitoria-Gasteiz presenta un aire muy aceptable, con las inmisiones del NOx no sucede lo mismo y su solución es problemática dada la densidad del tráfico automovilístico.

También en 1983 se determinaron las inmisiones de flúor en las inmediaciones de la única industria conocida que puede generarlo, en el extremo SE de la ciudad. Aunque no despreciables, las inmisiones fueron bajas (de 0'3 a 1'1 $\mu g/m^3$ estando el valor de referencia de situación admisible en un máximo de 20 $\mu g/m^3$). La tendencia general de los vientos hace que la situación de esta industria con respecto a la ciudad sea adecuada para que sus emisiones la afecten mínimamente.

3. LOS BRIOFITOS URBANOS DE VITORIA-GASTEIZ

3.1. Area abarcada en el trabajo

Algo que pareció importante desde el principio del estudio fue delimitar las zonas en las que se efectuarían las recolecciones. Interesaba abarcar la mayor superficie para tener una mínima certeza de que se había prospectado en los principales ambientes muscinales de la ciudad y que el catálogo de especies contuviera la mayor parte de los briófitos urbanos de Vitoria-Gasteiz.

El área delimitada y en la que se realizaron las herborizaciones abarca la mayor parte del casco urbano de Vitoria-Gasteiz, quedando sólo excluidos los polígonos industriales periféricos y los dos barrios más recientes (Sansomendi y Arriaga-Lacua). Este área queda definida, al Norte y al Oeste, por la carretera de circunvalación, al Sur por un trazo imaginario que une las calles Camino de Salvatierrabide, Zumabide e Iturritxu y por el Este por la calle Jacinto Benavente hasta su confluencia con la circunvalación. Dentro de ella quedan encerrados los parques más interesantes (como «La Florida»), el Centro Histórico y la mayor parte de la ciudad edificada durante el siglo xx.

3.2. Catálogo de especies

Se presenta a continuación un catálogo con 75 táxones de briófitos, encontrados en la ciudad de Vitoria-Gasteiz y que comprende 4 hepáticas y 71 musgos. La nomenclatura y clasificación seguidas son las que figuran en DUELL (1983) y CORLEY et al. (1981).

Para cada especie se comenta su presencia y ecología en la ciudad, junto con la corología de cada una (se ha seguido a LECOINTE, 1979, 1981a y 1981b). Además se informa sobre la presencia de cada especie en el País Vasco o en Alava, o si es una nueva aportación al Catálogo Briológico de Alava (HERAS, 1985) (HERAS & INFANTE, 1988). Finalmente, y siempre que se han podido encontrar, se aportan datos de su toxisensibilidad a la polución atmosférica con una referencia (mediante unos números) a la bibliografía de la que se han obtenido estos datos y que figura en un apéndice al final del capítulo.

HEPATICOPHYTINA

LUNULARIACEAE

Lunularia cruciata (L.) Dum. ex Lindb.

Algo frecuente como terrícola, más raramente saxícola, en lugares húmedos y bastante sombríos de jardines. Parque de «La Florida» y jardines del Seminario. Con propágulos.
Mediterráneo-atlántica. Muy común en el País Vasco. Toxitolerante (4,12).

PELLIACEAE

Pellia endiviifolia (Dicks.) Dum.

Terrícola, abundante bajo hortensias, en los jardines del Seminario y saxícola en la pared húmeda de «La Cascada» (parque de «La Florida»). En ambas ocasiones en condiciones sombrías.
Circumboreal. Común en Alava, en ambientes calcáreos.

PORELLACEAE

Porella platyphylla (L.) Pfeiff.

Epífita en troncos de jardines y avenidas arboladas, más raramente sobre películas de suelo en rocas o muros. Generalmente en micrombientes protegidos, bajo sombra, en áreas periféricas de la ciudad y en «La Florida».
Circumboreal. Común en nuestro territorio. Sensible a la contaminación atmosférica (2,15).

JUBULACEAE

Frullania dilata (L.) Dum.

Corticícola en troncos de jardines («La Florida», «El Prado», etc.) y avenidas arboladas, en área periféricas de la ciudad.
Circumboreal. Común en el País Vasco. Sensible (2,18,19,20) - toxitolerante (21,25).

MUSCI

FISSIDENTACEAE

Fissidens viridulus (Sw.) Wahlenb.

En rocas húmedas de «La Florida» y terrícola en calveros del césped de los jardines del mismo parque y del Seminario. Generalmente con gametangios o con esporófitos.
Mediterráneo-atlántica. Frecuente en los sustratos básicos de Alava.

Fissidens taxifolius Hedw.

Terrícola en los jardines del Seminario y de la Escuela de Magisterio.
Subcosmopolita. Común en el País Vasco. Medianamente toxitolerante (11,6).

DICRANACEAE

Dicranella varia (Hedw.) Schimp.

Terrícola en jardines, en calveros nitrogenados del césped, bajo sombra, más raramente casmófito entre ladrillos o saxícola. En el centro urbano y áreas periféricas.
Circumboreal. Bastante frecuente en los terrenos calcáreos de Alava.

Dicranella howei Ren. & Card.

Terrícola en jardines y solares, en áreas periféricas de la ciudad, en ambientes bastante iluminados y sometidos a desecamiento.
Cortejo mediterráneo. Bastante frecuente en el centro y Sur de Alava.

Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.

Saxiterrícola en zona sin asfaltar, nitrófila, de la calle Santiago y casmófito en una escalera entre las calles Independencia y General Alava (centro urbano). También entre baldosas de la Plaza de los Naipes (periferia).
Subcosmopolita. Común en el País Vasco. Toxífila (4, 7, 11, 16).

POTTIACEAE

Tortula intermedia (Brid.) De Not.

Sobre gravilla, en bordes de paseos, en los jardines detrás de la Escuela Universitaria de Ingeniería (periferia). (leg. y det.: Patxi Heras).
Eurimediterránea. Común en las comarcas secas de Alava.

Tortula virescens (De Not.) De Not.

Generalmente epífita en troncos de tilos, castaños de Indias, robinias, etc., más rara en base de muros. Es un musgo común en los jardines y en las avenidas arboladas, tanto de la periferia como del centro urbano. Suele presentar propágulos.
Circumboreal. Nueva para el Catálogo Briológico de Alava.

Tortula laevipila (Brid.) Schwaegr.

Epífita en troncos de jardines periféricos y del centro urbano («La Florida», Molinuevo, «El Prado», Gazalbide) y en avenidas arboladas de la Ciudad Jardín. Algunas recolecciones con esporófitos.
Mediterráneo-atlántica. Bastante común en Alava. Sensible (2, 10, 18)-toxitolerante (19, 20, 21).

Tortula papillosa Wils.

Epífita en troncos (castaños de Indias, tilos, fresnos, chopos). Sobre todo en jardines y avenidas arboladas periféricas, más raramente en el centro urbano (parque de Molinuevo). Con abundantes propágulos.
Mediterráneo-atlántica. En el territorio de Alava no la conocemos de fuera de la capital, siendo nueva para el Catálogo Briológico de la provincia. Sensible (2, 22).

Tortula subulata Hedw.

Saxícola en rocas de un jardín en la Plaza de San José. (leg. y det.: Alicia Soria).
Circumboreal. Común en los ambientes húmedos de Alava.

Tortula marginata (B. & S.) Spruce

Terrisaxícola entre tobas en los bordes del río de «La Florida», mezclado con *Amblystegium serpens* y *Eucladium verticillatum.* Escaso. Con esporófitos. (leg. y det.: Patxi Heras).
Cortejo mediterráneo. Nueva para el Catálogo Briológico de Alava.

Tortula muralis Hedw.

Es uno de los briófitos más comunes de la ciudad, tanto en el centro urbano como en las áreas periféricas. Típico colonizador de superficies más o menos húmedas de muros y rocas. Saxícola, fisurícola o terrícola, sobre cemento, en las argamasa, entre ladrillos, en las partes bajas de las paredes,... Comúnmente con esporófitos.
Subcosmopolita. Común en el País Vasco. Toxitolerante (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Aloina aloides (K.F. Schultz) Kindb.

Terrícola en solares y taludes en los barrios periféricos y sobre argamasa entre piedras de un muro en la calle de Fray Zacarías (casco viejo). Con esporófitos.
Eurimediterránea. Musgo común en los lugares secos de Alava.

Pottia lanceolata (Hedw.) C. Muell.

Terrícola en un jardín de la calle Santa María (casco viejo). Escasa, con esporófitos jóvenes. (leg. y det.: Alicia Soria).
Circumboreal. Común en los ambientes secos de Alava.

Pottia davalliana (Sm.) C. Jens. (= *P. starkeana* ssp. *minutula* (Schleich. ex Schwaegr.) Chamberlain).

Terrícola en algunos jardines del centro urbano, de la periferia y en el Cementerio de Santa Isabel. Con esporófitos.
Eurimediterránea. Conocemos algunas localidades de esta especie en la Llanada Alavesa.

Phascum cuspidatum Hedw.

Terrícola en jardines, en lugares más o menos nitrogenados, o más raramente casmófito y saxícola. Algunas recolecciones en el centro urbano y zonas periféricas. Con esporófitos.
Circumboreal. Parece estar distribuido por el centro y Sur de Alava.

Barbula unguiculata Hedw.

Común como terrícola en los claros del césped en los jardines, en los solares, sobre películas de suelo en los muros, entre el empedrado de las calles y

plazas, entre gravilla,... En lugares iluminados y sombríos del centro urbano y áreas periféricas. Algunas pocas muestras con esporófitos.
Circumboreal. Común y típica especie de los suelos básicos de pastos y matorrales secos del centro y Sur de Alava. Toxitolerante (1).

Barbula convoluta Hedw.

Terrícola en suelos nitrogenados y sometidos a pisoteo, en calveros de jardines, solares, entre el empedrado y la gravilla. Algo frecuente en los lugares iluminados del centro urbano y la periferia.
Circumboreal. Existen pocas citas de este musgo en alava. Medianamente toxitolerante (12)-toxitolerante (9, 11).

Barbula convoluta var. *commututa* (Jur.) Husn.

Terrícola y saxícola en rocas decorativas de jardines y en argamasa de muros. Varias recolecciones en el centro urbano y periferia, en ambientes iluminados y también bastante sombríos. Con yemas rizoidales.
Submediterráneo. Nuevo para el Catálogo Briológico de Alava.

Pseudocrossidium revolutum (Brid.) Zander

Saxícola o terrícola en películas de suelo en rocas del parque de «La Florida» y Plaza de San José, en lugares algo sombríos. Una recolección con propágulos.
Submediterránea. Nueva especie para el Catálogo Briológico de Alava.

Pseudocrossidium hornschuchianum (K.F. Schultz) Zander

Terrícola en suelos, nitrogenados y también sometidos al pisoteo, de los paseos y en calveros del césped de los jardines, a veces entre gravilla. Algo frecuente en lugares no muy expuestos a la iluminación de parques del centro urbano y la periferia.
Submediterránea. Nueva para el Catálogo Briológico de Alava.

Didymodon acutus (Brid.) K. Saito

Escaso. Terrícola-saxícola en piedras decorativas que bordean un regato y una caída de agua en el jardín de la Cuesta de San Francisco (centro urbano). Propagulífero. (leg. y det.: Alicia Soria).
Eurimediterránea. Unas pocas localidades conocidas en Alava, en calveros de pastos secos.

Didymodon luridus Hornsch. ex Spreng.

Frecuente como terrícola o terrisaxícola en las películas de suelo de rocas de jardines y de muros, también, pero algo menos frecuentemente, en los calveros del césped de jardines y solares. Se ha encontrado preferentemente en las zonas periféricas de la ciudad.
Eurimediterránea. Frecuente en las franjas media y meridional de Alava.

Didymodon rigidulus Hedw.

Se ha encontrado tanto en el centro urbano como en la periferia, como terrícola-saxícola en jardines (por ejemplo, los de la cuesta de San Francisco y «La Florida»), en muros y en un solar del barrio de San Martín. Poco frecuente.
Circumboreal. Nueva para el Catálogo Briológico de Alava.

Didymodon vinealis (Brid.) Zander

Terrícola en las calveros del césped de algunos jardines, pero es más común como terrisaxícola en rocas decorativas de jardines y en tapias y paredes. Es una especie bastante frecuente en el centro urbano y áreas periféricas.
Eurimediterránea. Distribuida por el centro y Sur de Alava. Medianamente toxitolerante (20).

Didymodon insulanus (De Not.) M. Hill

Algo frecuente en las zonas periféricas de la ciudad, parece algo más rara en el centro urbano. Sobre todo en películas de tierra de muros y en rocas de jardines, más ocasionalmente en calveros del césped.
Submediterránea. Distribuida en los suelos de pastos y matorrales secos del centro y Sur de Alava. Sensible (9, 11).

Didymodon sinuosus (Mitt.) Delogne

Repartida en el parque de «La Florida»; saxícola en rocas (tobas) de «La Cascada», en piedras decorativas de los jardines y sobre cemento en el borde del río, también corticícola en un tronco.
Subatlántica. Poco citada en Alava.

Didymodon fallax (Hedw.) Zander

Casmófito entre ladrillos, en el borde de un jardín de la Plaza de Salvador Allende (centro urbano). (leg. y det.: Alicia Soria).
Eurimediterráneo. Común en matorrales y pastos secos, sobre sustratos calcáreos del centro y Sur de Alava.

Eucladium verticillatum (Brid.) B.,S.&G.

Distribuida por el parque de «La Florida», sobre todo saxícola en las paredes de toba, húmedas, de «La Cascada». (leg. y det.: Patxi Heras).
Eurimediterránea. Frecuente en los rezumos calcáreos y tobas de la mitad sur de Alava.

Gymnostomun calcareum Ness & Hornsch.

Terrícola entre bloques de toba en «La Cascada» (parque de «La Florida»). (leg. y det.: Patxi Heras).
Eurimediterránea. Frecuente en los sustratos calcáreos y más o menos húmedos de Alava.

Weissia controversa Hedw.

Terrícola en un talud, bajo olmos, en la calle Iparraguirre (zona periférica). (leg. y det.: Patxi Heras).
Subcosmopolita. Común en Alava.

Wessia condensa (Voit) Lindb.

Saxícola en piedras decorativas de un jardín, en la Plaza de San José (centro urbano). con esporófitos. (leg. y det.: Alicia Soria).
Submediterránea. Conocida de unos pocos lugares de Alava.

Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr

Saxícola en el borde un canal con agua en la Cuesta de San Francisco. (leg. y det.: Alicia Soria).
Circumboreal. Musgo común en las calizas sombrías de todo el País Vasco.

GRIMMIACEAE

Schistidium apocarpum (Hedw.) B. & G.

Saxícola en muros y piedras de jardines, generalmente en ambientes algo sombríos, tanto del centro urbano como en las áreas periféricas. Frecuentemente con esporófitos.
Subcosmopolita. Común en el País Vasco. Sensible a la contaminación (5,7).

Grimmia crinita Brid

Saxícola, sobre roca arenosa, en una tumba. Cementerio de Santa Isabel. Con esporófitos. (leg. y det.: Patxi Heras).
Submediterránea. Dentro del País Vasco, conocemos este musgo de la costa y del Sur de Alava, sobre todo en la Rioja Alavesa, donde es frecuente.

Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.

Generalmente saxícola en muros, piedras, cemento, etc., a veces casmófito en base de paredes, en el ángulo con el suelo. Una vez epífito (árboles de los jardines del Seminario). La mayoría de las veces en lugares expuestos, bastante secos. Frecuente en jardines, centro urbano y zonas periféricas. Muchas veces con esporófitos.
Subcosmopolita. Especie común en el País Vasco. Medianamente toxitolerante (4, 8, 10, 11, 12).

Grimmia orbicularis Bruch ex Wils.

Saxícola en tapias y en la plataforma superior de muros, en algunas tumbas del cementerio de Santa Isabel, encontrado sólo en áreas periféricas de la ciudad. Con esporófitos. (leg. y det.: Patxi Heras).
Mediterráneo-atlántica. Bastante común en las zonas secas de Alava.

FUNARIACEAE

Funaria hygrometrica Hedw.

Terrícola en jardines, solares y entre la gravilla de paseos, también casmófita o en películas de suelo sobre muros (cemento, ladrillo, ...). Frecuente en este tipo de ambientes nitrogenados e iluminados del centro urbano y periferia. Con esporófitos o gametangios.
Subcosmopolita. Común en los enclaves nitrogenados y removidos de todo el País Vasco. Toxífila (4, 9, 11).

BRYACEAE

Leptobryum pyriforme (Hedw.) Wils.

Terrícola en un jardín del parque de Molinuevo, en zona sombría bajo tilos y saxícola en pared rezumante en el rincón de un edificio en la calle Chiquita (Casco Medieval). Con propágulos rizoidales ambas recolecciones y con gametangios la última. (leg. y det.: Alicia Soria).
Subcosmopolita. Nueva especie para el Catálogo Briológico de Alava. Toxífila (7,8).

Bryum capillare Hedw.

Generalmente terrisaxícola en base de muros y sobre piedras y en la argamasa de tapias; también epífito en tilos, olmos y robinias de avenidas arboladas. Alguna vez aparece entre las grietas del pavimento o en el suelo de algún jardín. Es bastante frecuente y varias recolecciones presentan esporófitos y, unas pocas, yemas rizoidales.
Cosmopolita. Común en el País Vasco. Toxitolerante (3, 9, 12, 20).

Bryum torquescens B. & S.

Terrícola entre el césped en un jardín enfrente del palacio de los Escoriaza (Casco Medieval). Con yemas rizoidales. (leg. y det.: Alicia Soria).
Mediterráneo-atlántica. Común como terrícola en el centro y Sur de alava.

Bryum argenteum Hedw.

Terrícola en calveros del césped de los jardines, casmófita en grietas del pavimento y en muros, terrisaxícola en películas de suelo sobre piedras y el cemento de tapias, entre la gravilla de los paseos, ... Generalmente nitrófila, es otra de las especies más comunes en la ciudad. Algunas veces con esporófito, otra con yemas axilares.
Cosmopolita. Común en todo el País Vasco, en ambientes perturbados y nitrogenados. Toxífila (1, 4, 11, 16).

Bryum bicolor Dicks.

Terrícola en jardines y solares, casmófita en grietas del asfalto y entre baldosas del pavimento, algo más raramente en suelo sobre tapias. Común, tanto en el centro urbano como la periferia, siendo uno de los briófitos más corriente en Vitoria-Gasteiz. Generalmente con yemas propagulíferas en las axilas de las hojas.

Subcosmopolita. Es una especie terrícola y pionera común en Alava. Sensible (21)-toxitolerante (9).

Bryum radiculosum Brid.

Terrícola en jardines y solares, también casmófita entre piedras en paredes y sobre argamasa. Algo frecuente, con yemas rizoidales.
Mediterráneo-atlántica. Nueva para el Catálogo Briológico de Alava.

MNIACEAE

Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. Kop.

En suelo junto a las bases húmedas de las paredes orientadas al Norte de los frontones del Seminario. (leg. y det.: Patxi Heras).
Circumboreal. Común en los ambientes sombríos y húmedos del País Vasco. Sensible (11,9)-medianamente toxitolerante (6).

ORTHOTRICHACEAE

Zygodon viridissimus (Dicks.) Brid.

Corticícola en troncos de castaños de Indias en el paseo de Cervantes, Fray Francisco y en «La Florida»: Con abundantes propágulos.
Mediterráneo-atlántica. Nueva para el Catálogo Briológico de Alava. Por el momento, para la provincia, sólo la conocemos de la capital. Sensible (2, 10, 18).

Orthotrichum lyelli Hook. et Tayl.

Rara, corticícola en un fresno del parque de Gazalbide y en tilos de la calle Nieves Cano (zonas periféricas de la ciudad). Con propágulos. (leg. y det.: Patxi Heras).
Oreoatlántica. Común en el País Vasco. Sensible (2,21).

Orthotrichum affine Brid.

Epífita en diversos árboles (castaños de Indias, robinias, tilos, catalpas). Algo frecuente en jardines y áreas periféricas de la ciudad, mucho más rara en el centro urbano. Generalmente con esporófitos.
Circumboreal. Común en el País Vasco. Sensible a la contaminación (10,11).

Orthotrichum anomalum Hedw.

Rara; especie saxícola en piedras de un jardín de la Cuesta de San Francisco y en tumbas del cementerio de Santa Isabel. Con esporófitos.
Circumboreal. Común en las calizas del País Vasco. Sensible (11).

Orthotrichum pallens Bruch ex Brid.

Corticícola en robinias, tilos y castaños de Indias, en avenidas arboladas de la Ciudad Jardín y paseo de Cervantes (zonas periféricas). Más bien es una especie rara. Con esporófitos. (leg. y det.: Patxi Heras).
Circumboreal. Nueva para el Catálogo Briológico de Alava.

Orthotrichum diaphanum Brid.

Epífita en troncos de jardines y avenidas arboladas, saxícola en muros y casmófito entre piedras y en la base de paredes. Común en Vitoria-Gasteiz, es el epífito más frecuente, tanto en el centro urbano como en las áreas periféricas. Con esporófitos frecuentemente y varias muestras con propágulos.
Eurimediterránea. En Alava aparece aisladamente en la franja meridional, la más seca. Medianamente toxitolerante (3, 11, 12, 19, 20, 24).

LEUCODONTACEAE

Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwaegr.

Epífita en troncos de parques y jardines («La Florida», «El Prado», Gazalbide, en el Seminario) y en los de la calle Nieves Cano (áreas periféricas). Poco frecuente.
Subcosmopolita. Especie común en Alava, sobre troncos y a veces en rocas. Sensible (2, 15, 19, 20)-toxitolerante (21).

NECKERACEAE

Neckera complanata (Hedw.) Hüb.

Saxícola en rocas de los jardines de la Cuesta de San Francisco y epífita en árboles de «La Florida». (leg. y det.: Alicia Soria).
Circumboreal. Común en el País Vasco.

LESKEACEAE

Habrodon perpusillus (De Not.) Lindb.

Musgo epífito en árboles del parque de «La Florida» y en un tilo del parque de Molinuevo. Con propágulos alguna recolección.
Mediterráneo-oceánica. Es una especie que conocemos de las comarcas oceánicas, de clima templado, del País Vasco, pareciendo estar ausente del centro y Sur de Alava.

AMBLYSTEGIACEAE

Cratoneuron commutatum (Hedw.) G. Roth.

En rocas decorativas de bordes de regato y en una caída de agua en un jardín de la Cuesta de San Francisco (centro urbano) y en las paredes húmedas de «La Cascada» (parque de «La Florida»).
Circumboreal. Común en el País Vasco, sobre todo en los terrenos calcáreos.

Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce

Saxícola sobre rocas húmedas: piedras decorativas en un jardín de la Cuesta de San Francisco, en «La Cascada» de «La Florida» (centro urbano) y en la fuente de Las Trianas (periferia de la ciudad). También terrícola en algunos jardines.
Subcosmopolita. Común en los sustratos calcáreos y húmedos del País Vasco.

Amblystegium serpens (Hedw.) B.,S. & G.

Es el musgo pleurocarpo más común en la ciudad, tanto en el centro urbano como en las áreas periféricas. Generalmente es terrícola en jardines más o menos nitrificados o en las películas de suelo sobre tapias, también en las grietas y en las bases de las paredes. Además, puede ser saxícola y más raramente corticícola en árboles de jardines. Casi siempre está en lugares sombríos y bastante protegidos de la desecación. Varias recolecciones con esporófitos o gamentangios.
Subcosmopolita. Frecuente en todo el País Vasco. Medianamente toxitolerante (9, 10, 15, 21, 23).

BRACHYTHECIACEAE

Homalothecium sericeum (Hedw.) B.,S. & G.

Musgo frecuente sobre los troncos de árboles y en muros, colonizando la roca y la corteza a partir de puntos con algo de suelo. En el centro urbano, periferia y jardines.
Circumboreal. Común en el País Vasco. Sensible (3,9,10,11,13,19,20)-toxitolerante (21).

Homalothecium lutescens (Hedw.) Robins.

Generalmente terrícola en jardines, en el centro urbano y zonas periféricas. Algo frecuente.
Circumboreal. Común en los pastos y matorrales del País Vasco. Sensible (11).

Brachythecium rutabulum (Hedw.) BS. & G.

Musgo frecuente en los jardines, tanto del centro como en los barrios periféricos de la ciudad. Generalmente es terrícola en los céspedes poco densos o en los calveros sin hierba, bajo más o menos sombra y con humedad, aunque también aparece saxícola y casmófito en piedras, ladrillo y cemento. Algunas muestras con esporófito.
Cosmopolita. Común en el País Vasco. Medianamente toxitolerante (4, 9, 11, 15, 21, 23).

Cirriphyllum crassinervium (Tayl.) Loeske & Fleisch.

Saxícola en rocas decorativas y terrisaxícola en «La Cascada» y en la base de un abedul, en «La Florida».
Subatlántica. Distribuida por el País Vasco.

Rhynchostegium riparioides (Hedw.) Card.

Saxícola y semisumergida en la fuente de Las Trianas (periferia de la ciudad). (leg. y det.: Paxti Heras).
Subcosmopolita. Común en el País Vasco, típica de arroyos y fuentes.

Rhychostegium confertum (Dicks.) B., S. & G.

Saxícola o terrisaxícola en rocas decorativas del parque de «La Florida» y en los jardines de la Cuesta de San Francisco, en zonas sombrías y bastante húmedas. Una muestra con esporófitos.
Mediterráneo-atlántica. Distribuida por el País Vasco. Sensible (7)-medianamente toxitolerante (9, 11).

Rhynchostegium megapolitanum (Web. & Mohr.) B., S. & G.

Terrícola en jardines más o menos nitrificados en el centro urbano y casmófita entre ladrillos al borde un jardín en la plaza Salvador Allende. (leg. y det.: Alicia Soria.
Eurimediterránea. Es un musgo que, en Alava, parece encontrarse en la franja meridional, más seca.

Eurhynchium pulchellum (Hedw.) Jenn.

Saxícola en piedras de un jardín de la Cuesta de San Francisco y en la base de un edificio en la plaza de San Antón (centro urbano). También en el suelo de otros jardines, en calveros sin césped. Algunas muestras con esporófitos.
Circumboreal. Unas pocas citas en Alava. Sensible (17).

Eurhynchium pumilum (Wills). Schimp.

Sobre las cepas leñosas de unas hortensias, en los jardines del Seminario. (leg. y det.: Patxi Heras).
Mediterráno-atlántica. Repartida por el País Vasco.

Eurhynchium praelongum (Hedw.) B., S. & G.

Terrícola entre el césped en «La Florida», en jardincitos de la calle Zaramaga y plaza de San Antón; saxícola en un muro en las calles Arana-Los Herrán. En el centro urbano y en las zonas periféricas.
Subcosmopolita. Se conocen unas pocas citas en Alava, donde es más común la var. *stockesii.* Medianamente toxitolerante (9, 11).

Eurhynchium (cf.) *hians* (Hedw:) Sande Lac.

Consideramos como perteneciente a esta especie numerosas muestras de un musgo común, que no presenta esporófitos y que es típico de los suelos de los jardines con poca o sin hierba, en condiciones de sombra, tanto del centro como de la periferia de Vitoria-Gasteiz.
Circumboreal. Bastante frecuente en Alava. Sensible (12).

Rhynchostegiella tenella (Dicks.) Limpr.

Sobre rocas tobáceas de «El Túnel» y «La Cascada» (parque de «La Florida») (leg. y det.: Patxi Heras).
Submediterránea. Unas pocas localidades en Alava.

HYPNACEAE

Hypnum cupressiforme Hedw.

Epífita en troncos de jardines (parque de Molinuevo, «La Florida», sobre madera caída del tejado de la iglesia de Santa María (Casco Medieval) y terrícola en bases húmedas de paredes y sobre suelos de muros y tapias. Puede encontrarse tanto en el centro como en las partes periféricas de la ciudad.
Subcosmopolita. Común en la País Vasco. Sensible (9, 11, 13, 18, 21)-toxitolerante (10, 14).

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.

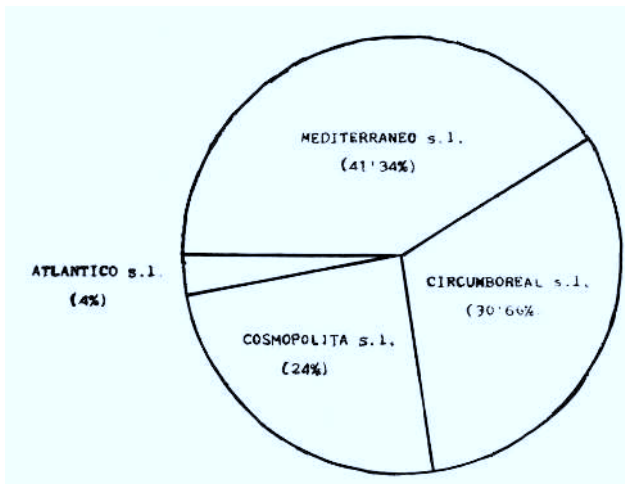
Terrícola en un jardín de la plaza del Marqués de la Alameda. Parece que fue llevada hasta allí, pero ha desarrollado partes nuevas. (leg. y det.: Alicia Soria).
Circumboreal. Común en las calizas húmedas del País Vasco.

APENDICE: Correspondencia entre los números señalados con la toxisensibilidad y la bibliografía:

1. ANDO & TAODA (1967)
2. BARKMAN (1969)
3. BENTO-PEREIRA & SERGIO (1983)
4. DALY (1970)
5. DESTINAY (1969)
6. DÜLL (1974)
7. GERARD (1978)
8. GERARD-REPS (1975)
9. GILBERT (1968)
10. GILBERT (1970a)
11. GILBERT (1970b)
12. GILBERT (1971)
13. JOHNSEN & SØCHTING (1976)
14. KRUSENSTJERNA (1945)
15. LEBLANC & DE SLOOVER (1970)
16. NEHIRA & UNE (1981)
17. RAO & LEBLANC (1967)
18. RODA (1979)
19. SERGIO (1981)
20. SERGIO & BENTO-PEREIRA (1981)
21. SERGIO & SIM-SIM (1985)
22. SMITH (1978)
23. STORMER (1969)
24. STRINGER & STRINGER (1974)
25. VARESCHI (1936)

3.3. Comentarios sobre la corología y ecología de los briófitos de Vitoria-Gasteiz.

Examinando las corologías de los 75 táxones que figuran en el catálogo, podemos hacernos una idea de algunas de las condiciones ecológicas reinantes en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Observando el esquema siguiente, puede verse el gran predominio de los elementos mediterráneos s.l. (23 especies) y los cosmopolitas s.l. (18 especies). Los menos abundantes son los elementos atlánticos s.l. (con sólo 3 especies).



Creemos normal la buena representación alcanzada por el cortejo cosmopolita, porque muchos de los briófitos urbanos habitan en amplias áreas del mundo, siendo (entre otras) las especies más resistentes y frecuentes en las ciudades: *Tortula muralis, Bryum argenteum, Bryum capillare, Bryum bicolor, Funaria hygrometrica, Schistidium apocarpum, Amblystegium serpens* y *Brachythecium rutabulum.* También es normal, en las latitudes donde se encuentra Vitoria-Gasteiz, el predominio del cortejo circumboreal, pero llama la atención la elevada proporción de especies pertenecientes al cortejo mediterráno. En la comarca natural donde se ubica la ciudad (la Llanada Alavesa) hay una cierta influencia mediterránea (marcada sequía estival, ciertos aspectos de la vegetación), especialmente en los abundantes cerros deforestados y erosionados, con laderas orientadas al Sur. Quizás el clima más templado característico de las aglomeraciones urbanas pueda ser la explicación de este fenómeno, pero esto debería comprobarse mediante una comparación con la

corología de la Llanada Alavesa. Finalmente, la pobreza del cortejo atlántico es fácilmente explicable por la aridez de las ciudades. Las pocas especies atlánticas tienden a refugiarse en los enclaves más protegidos y húmedos (sobre todo en el parque «La Florida»). A pesar de todo, parece ser que de las ciudades españolas estudiadas, Vitoria-Gasteiz, junto con Granada, ofrece la mayor cantidad de estas especies, posiblemente debido a su cercanía a la costa y por presentar buen número de ambientes protegidos (SORIA et al. 1988).

Si observamos ahora el predominio de los diferentes grupos sistemáticos de los briófitos de Vitoria-Gasteiz, también podremos tener una noción de las características ambientales de la ciudad. De los 75 táxones presentes, sólo 4 son hepáticas, de las que una mitad son talosas *(Lunularia cruciata* y *Pellia endiviifolia)* y la otra mitad son foliosas *(Porella platyphylla* y *Frullania dilatata).* Esto es lógico ya que las hepáticas son los briófitos más delicados y sensibles a la sequedad y a la contaminación inherentes al medio urbano. Por otro lado, dentro de los 71 táxones de musgos, hay una preponderancia de los acrocarpos formadores de céspedes y cojinetes más o menos apretados y bajos (51 táxones) sobre los pleurocarpos formadores de tapices más laxos (20 especies). Generalmente los musgos pleurocarpos requieren de suelos más humíferos u orgánicos que los acrocarpos, así como de más humedad. Por el contrario, los acrocarpos suelen tener una tendencia saxícola y terrícola, más acorde con las condiciones imperantes en una ciudad, por lo cual se encuentran más extendidos, mientras que los pleurocarpos tienden a refugiarse en parques y jardines. Por otro lado, los diversos briófitos recolectados en Vitoria-Gasteiz pertenecen a 18 familias, pero el reparto es muy desigual. Hay 13 familias que contienen una, dos o tres especies, mientras que las que están mejor representadas son las Grimmiaceae (con 4 especies), Bryaceae y Orthotrichaceae (con 6 especies cada una). Brachytheciaceae (con 12 especies) y, destacándose, Pottiaceae (con 28 táxones). La gran abundancia de Pottiaceae refleja las adversas condiciones del ecosistema urbano, pues se trata de una familia muy rica en musgos terrícolas, pioneros y colonizadores de sustratos difíciles y secos.

Es interesante también estudiar el tema de la fertilidad de los briófitos urbanos de Vitoria-Gasteiz. Hay 37 especies que en ninguna de las muestras recolectadas presentan esporófitos, gametangios ni propágulos. Las características estresantes de las ciudades inhiben la reproducción sexual de muchos briófitos, pero sin embargo bastantes de estas especies tampoco presentan (o raramente) esporófitos en las áreas rurales de Alava; siendo frecuentes la mayoría de ellas, es lógico pensar en sistemas de multiplicación vegetativa, seguramente mediante fragmentos de los gametófitos. Han aparecido 27 especies con indicios de reproducción sexual (gametangios o esporófitos), tratándose de musgos con gran capacidad para reproducirse sexualmente y que generalmente son fáciles de ver con esporófitos en las zonas rurales. Son 16 los táxones que, al menos en una recolección, se les ha encontrado órganos

de multiplicación vegetativa (propágulos en forma de yemas axilares o sobre las hojas o tubérculos rizoidales). De ellos, han aparecido cinco especies que son capaces de reproducirse sexualmente o mediante propágulos. Entre las especies propagulíferas se encuentran la mayoría de los briófitos urbanitas: *Tortula papillosa, Tortula virescens, Leptobryum pyriforme, Bryum argenteum, Bryum bicolor* y *Orthotrichum diaphanum.* La hepática talosa más extendida, *Lunularia cruciata,* también es propagulífera. Sobre la sexual, la multiplicación vegetativa es ventajosa en medios hostiles y sometidos a perturbaciones, explicándose así esta abundancia de formas propagulíferas, que además suponen para las especies más comunes en la ciudad (las «malas hierbas» de los briófitos) un fácil sistema de dispersión y colonización de nuevos lugares.

Dentro de la brioflora y vegetación muscinal de Alava, la ciudad de Vitoria-Gasteiz resalta por su peculiaridad. En ella viven 11 táxones que eran desconocidos para el Catálogo Briológico de Alava antes de comenzar este estudio *(Tortula virescens, Tortula papillosa, Tortula marginata, Barbula convoluta* var. commutata, *Pseudocrossidium revolutum, Pseudocrossidium hornschuchianum, Didymodon rigidulus, Leptobryum pyriforme, Bryum radiculosum, Zygodon viridissimus* y *Orthotrichum pallens),* mientras que algunas son raras en la provincia (como *Tortula virescens, Barbula convoluta* y *Didymodon sinuosus).* Hay además tres musgos que parecen vivir en Vitoria-Gasteiz fuera de su área de distribución conocida en el País Vasco. Es muy normal, por ejemplo, encontrar *Grimmia crinita* en las áreas más mediterranizadas del Sur de Alava (Rioja Alavesa y Ribera Baja) y existen citas de ella en la franja litoral de Guipúzcoa y Vizcaya (ALLORGE, 1955). Sin embargo está ausente del interior de estos territorios, así como del Norte y centro de Alava, bien sea por el clima o porque falta el sustrato que parece preferir (rocas arenosas de grano calcáreo). Algo parecido ocurre con *Orthotrichum diaphanum* que aparece normalmente corticícola en el Sur de Alava. Por el contrario, de *Habrodon perpusillus* conocemos unas pocas localidades en el área oceánica del País Vasco (ALLORGE, 1955) (HERAS & INFANTE, 1988). Esta presencia de elementos mediterráneos o templados en Vitoria-Gasteiz ha de deberse al clima térmicamente más suave de la ciudad en comparación con los terrenos circundantes.

De las once ciudades españolas estudiadas desde el punto de vista briológico, Vitoria-Gasteiz es la segunda en cuanto al número de especies encontradas. Granada tiene 143 especies, Vitoria-Gasteiz tiene 75, Segovia 60, Madrid 51, Logroño 33, Guadalajara 30, Avila y Toledo 28 cada una, Badajoz 26, Sevilla (de la que solamente se examinó la catedral) 25 y Palma de Mallorca 13. La abundancia de especies en Granada y en Vitoria-Gasteiz debe atribuirse a que ambas ciudades disponen de muchas zonas verdes donde se dan los ambientes protegidos adecuados para el desarrollo muscinal (SORIA et al.; 1988).

3.4. Las comunidades muscinales de Vitoria-Gasteiz

El examen de los hábitats de Vitoria-Gasteiz en los que se recogieron briófitos ha permitido descubrir las comunidades de musgos y hepáticas que se distribuyen por la ciudad. Muchas especies son muy fieles a las condiciones de determinados hábitats, de forma que los caracterizan por toda la ciudad. Las comunidades que se presentan son resultados de las observaciones directas de los ambientes urbanos y surgen de las listas efectuadas cuando se herborizaron las muestras que sirvieron para conocer la brioflora vitoriana. El análisis no tiene pretensiones cuantitativas ni tampoco briosociológicas.

Para una mayor claridad, es conveniente distinguir tres grandes ambientes urbanos bien representados en Vitoria-Gasteiz: las zonas verdes, los solares y descampados y las áreas netamente edificadas y pavimentadas.

A) Los *PARQUES Y JARDINES* son los lugares más ricos en especies. Ofrecen a los briófitos la mayor gama de hábitats que puede esperarse en una ciudad, desde el suelo con más o menos césped a los troncos de los árboles, pasando por muretes y piedras decorativas. Además son los ambientes más húmedos, bien porque sus características permiten conservar la humedad caída con las precipitaciones o porque se les riega. También suelen abundar los sitios sombríos (bajo el arbolado o los setos) y normalmente constituyen los ambientes más estables.

Todas estas características se encuentran exageradas en los parques más viejos de la ciudad. Por ello pueden diferenciarse las zonas verdes con más solera («La Florida», el cementerio de Santa Isabel o los jardines del Seminario son los mejores ejemplos) de los parques de reciente construcción. Los primeros contienen la mayor diversidad ecológica de Vitoria-Gasteiz, por lo menos en lo que se refiere a los briófitos. Su antigüedad, con grandes y viejos árboles, y el ambiente protegido que proporciona la masa vegetal, han permitido el desarrollo de una variada vegetación muscinal que aún no ha llegado a los nuevos parques. Estos últimos se diferencian principalmente por sus árboles jóvenes (por lo que en sus troncos todavía no han podido instalarse los epífitos) y por el distanciamiento de sus copas, que no llegan a crear las condiciones casi nemorales que precisan muchos briófitos. Sin embargo, estas zonas verdes recientes son las más extensas y a ellas hay que añadir las numerosas zonas ajardinadas, bastante pequeñas, que existen entre los bloques de viviendas de los nuevos barrios.

Dentro de los parques y jardines podemos diferenciar los siguientes hábitats con sus respectivas comunidades muscinales: los suelos, los paseos, los sustratos pétreos y los troncos con sus epífitos.

Es muy importante para la existencia de briófittos en el **suelo de los jardines** que el césped no sea muy denso. Por esto sólo podremos encontrar musgos (y muy pocas hepáticas) en el suelo de jardines desatendidos en los que no hay una precocupación por sembrar y mantener el césped apretado y bien cuidado. Asímismo, estos musgos se desarrollan bien en sitios poco iluminados,

justo debajo de la sombra proyectadas por las copas de los árboles, donde pueden llegar a impedir el crecimiento de la hierba, ya de por sí bastante limitado por la sombra. Otro factor que permite el desenvolvimiento de los briófitos en estos suelos es la falta del pisoteo. En estos puntos poco pisados y como terrícolas en suelos más o menos iluminados, pero que se secan por lo menos en verano, viven musgos acrocarpos como *Barbula unguiculata, Didymodon luridus, Bryum bicolor* y *Dicranella howei,* mientras los que se hallan bajo la sombra de los árboles y que nunca se secan del todo (riego, protección por parte del arbolado y setos) están colonizados por *Fissidens viridulus, Lunularia cruciata* y sobre todo por pleurocarpos: *Amblystegium serpens, Brachythecium rutabulum* y *Eurhychium* cf. *hians,* acompañados ocasionalmente por *Eurhynchium praelongum, Cratoneuron filicinum* y más raramente por *Fissidens taxifolius* y *Pellia endiviifolia.* En enclaves algo más pistoeados se enrarecen o desaparecen los pleurocarpos y hacen su aparición *Bryum argenteum* y *Pseudocrossidium hornschuchianum,* también con una mayor abundancia de *Barbula unguiculata.* Aquellos sitios que han sido remo-, vidos no hace mucho tiempo parecen ser los preferidos por *Pottia davalliana.*

En los mayores parques de la ciudad son frecuentes los **paseos** entre los jardines. El suelo está constituido principalmente por gravilla y arena y el factor ecológico determinante es el pisoteo. Generalmente, las partes centrales de estos paseos son las más frecuentadas y en ellas no puede vivir ningún briófito. Pero en los bordes y otros puntos menos andados, donde se acumula tierra entre la gravilla y suele haber algo más de humedad y sombra, son frecuentes los musgos *Barbula unguiculata, Barbula convoluta, Pseudocrossidium hornschuchianum, Didymodon luridus* y *Bryum bicolor,* acompañados por *Funaria hygrometrica, Bryum capillare, Phascum cuspidatum* y otros menos frecuentemente. En las situaciones con más suelo, mayor humedad y sombra y prácticamente libres del pisoteo vive *Amblystegium serpens.*

Es corriente en los parques y jardines el disponer **rocas decorativas** y también **muretes o barandillas** para delimitar los parterres. Estos sustratos duros proporcionan cobijo a especies saxícolas, terrixasícolas y humisaxícolas. Cuanto más húmeda permanezca la superficie de estos sustratos y cuanto más sombríos se encuentren, mayor recubrimiento muscinal tendrán. Por esto, en Vitoria-Gasteiz los mejores ejemplos de estos hábitats se dan en los parques más viejos, sobre todo en «La Florida». En Vitoria-Gasteiz, los materiales usados son de naturaleza básica (el cemento o trozos de toba, como por ejemplo «La Cascada» y «La Montaña» del parque de «La Florida») y esto obliga a que las especies que se asientan en ellos sean basófilas. En la superficie rocosa carente de suelo y sometida a desecación, en lugares expuestos, habitan los musgos saxícolas *Grimmia pulvinata, Grimmia orbicularis* y, muchos más raramente, *Orthotrichum anomalum,* mientras que en los rocas más sombreadas lo hace *Schistidium apocarpum.* Acompañan a estas especies en cualquier situación, *Tortula muralis* y *Orthotrichum diaphanum.* Cuando existe sobre la roca una película de suelo, aunque sea mínima, entran musgos terrisaxícolas

como algunas especies de *Didymodon (D. luridus, D. rigidulus), Pseudocrossidium revolutum, Barbula unguiculata, Bryum bicolor, B. radiculosum, B. capillare, B. argenteum, Amblystegium serpens, Homalothecium sericeum y,* más raramente, *Cirriphyllum crassinervium.* Sólo cuando la capa de suelo es más profunda y rica, sobre todo en ambientes resguardados, encontramos *Brachythecium rutabulum, Eurchynchium* (cf.) *hians, E. pulchellum* y, unas pocas veces, la hepática foliosa *Porella platyphylla,* todas ellas especies de carácter más humícola.

De todos los ambientes rocosos de la ciudad, destaca la riqueza en especies de «La Cascada» del parque de «La Florida». Se trata de la recreación de una cascada con estanques, construida con tobas que permanecen humedecidas todo el año. Se hallan ahí especies como *Pellia endiviifolia, Eucladium verticillatum, Gymnostomum calcareum, Didymodon sinuosus, Cratoneuron commutatum, C. filicinum* y *Cirriphyllum crassinervium* que son muy raras o inexistentes fuera del parque, pero que son típicas de las taludes rezumantes y las formaciones tobáceas tan frecuentes en las partes calcáreas de Alava.

Los **árboles** de los parques soportan la mayor diversidad de epífitos de una ciudad. En este aspecto, y una vez más en Vitoria-Gasteiz, es «La Florida» el parque con el más alto número de especies. Allí es donde encontramos hepáticas foliosas como *Porella platyphylla* y *Frullania dilatada y* musgos como *Zygodon viridissimus, Habrodon perpusillus* y *Leucodon sciuroides,* especies que suelen ser sensibles a la contaminación y poco corrientes o ausentes en el resto de la ciudad. Para los epífitos es muy importante el tipo de árbol que sirve de soporte. No hemos encontrado briófitos viviendo sobre coníferas (así que los epífitos están ausentes del cementerio de Santa Isabel donde apenas hay caducifolios) y dentro de las frondosas hay una marcada predilección por los troncos de corteza rugosa y persistente. Por ejemplo, dentro de las frondosas, son inadecuados para los briófitos epífitos los plátanos *(Platanus spp.)* que suelen plantarse en muchos parques y avenidas, porque su corteza se desprende continuamente en forma de escamas. Tampoco los pies de árboles jóvenes, de corteza lisa y troncos regulares favorecen a los epífitos, siendo este uno de los motivos por los que los parques de reciente construcción son más pobres briológicamente que los antiguos. Aparte de todo esto, también influyen otros factores como la inclinación del tronco y su orientación. El recubrimiento muscinal está favorecido en los troncos inclinados pues se permite el acúmulo de sustancias nutritivas y una mayor perduración de la humedad. La gran mayoría de los musgos y hepáticas epífitos en Vitoria-Gasteiz los hemos recogido sobre castaños de Indias, tilos, robinias, catalpas, fresnos y olmos. Por toda la ciudad están prácticamente omnipresentes *Orthotrichum diaphanum* y *Tortula virescens,* pero en los parques viven además los musgos *Orthotrichum affine, Zygodon viridissimus, Tortula papillosa, T. laevipila, Leucodon sciuroides, Homalothecium sericeum* e *Hypnum cupressiforme y* las hepáticas *Frullania dilatata* y *Porella platyphylla.* Algunas *veces H. sericeum* y *P. platiphylla* forman las poblaciones que cubren las horquillas y las plataformas que puede

haber en las partes superiores de los árboles grandes. Otras especies como *Orthotrichum lyelli* y *Habrodon perpusillus* están aún más circunscritas a lugares privilegiados y poco contaminados.

B) Los descampados y solares son *TERRENOS YERMOS* bastante frecuentes en los nuevos barrios de Vitoria-Gasteiz. Se trata de lugares muy nitrogenados en los que abundan cascotes de la construcción, vidrios, plásticos, papeles y otros desperdicios. Son también lugares de una presencia más bien fugaz en el paisaje urbano, pues pronto son convertidos en parques o se levantan en ellos edificios. Presentan terrenos removidos que son rápidamente ocupados por plantas ruderales, pero cuando (con el paso del tiempo) la tierra se apelmaza algo, entre los calveros de esta vegetación viven musgos como *Aloina aloides, Barbula unguiculata, Funaria hygrometrica, Bryum argenteum, B. bicolor, B. radiculosum,* acompañados de vez en cuanto por *Barbula convoluta, Pseudocrossidium hornschuchianum, Didymodon luridus, D. rigidulus* y *Dicranella howei.* Un rasgo común a estas especies es su carácter de terrícolas y xerófitas, así como su nitrofilia y la preferencia de muchas de ellas por los ambientes alterados y despajados.

C) La mayor parte de la ciudad de Vitoria-Gasteiz corresponde a las *AREAS EDIFICADAS Y PAVIMENTADAS.* Constituyen los ambientes más hostiles para los briófitos y donde las características del ecosistema urbano alcanzan su máxima expresión. Los factores que, entre otros, más influyen ahora son el tipo de material usado en la construcción y en el pavimentado de las calles, la anchura de las calles y la intensidad del tráfico. Así como las paredes construidas con sillares, de mampostería o ladrillo presentan rugosidades, fisuras y juntas donde pueden agarrarse muchos musgos, las superficies pulidas que dominan en los edificios de reciente arquitectura les resultan inhabitables. A este respecto, la limpieza de fachadas que tan en boga está hoy en la ciudad tiene que perjudicar a la vegetación briofítica.

La anchura de las calles y la distancia entre los edificios condicionan la intensidad luminosa que alcanza el suelo o los rincones donde pueden vivir briófitos, así como la circulación del aire. Esto influye a su vez en la preservación de la humedad ambiental. Bajo esta óptica, el Casco Medieval, con sus calles estrechas presentaría más especies que los nuevos barrios, en los que las viviendas se encuentran más alejadas, de no ser porque en estas nuevas barriadas suelen existir muchas zonas verdes. Finalmente, los musgos que llegan a instalarse en el suelo de estas áreas pavimentadas crecen mejor si lo hacen en sitios apartados de una circulación intensa de los transeúntes, donde la acción del pisoteo es menor.

Un ambiente bien representado en todas las ciudades es el de las **grietas del asfalto y los huecos del empedrado y embaldosado** de las calles y plazas. *Bryum argenteum* y *B. bicolor,* a veces acompañados por *B. capillare,* parecen vivir bien en las estrechas fisuras del asfalto o entre los adoquines de las aceras y en las juntas del embaldosado de algunos paseos. Algo más de suelo y de amplitud ofrecen los empedrados de ciertas plazas donde, además de las

especies anteriores, también podemos encontrar *Bryum radiculosum, Pseudocrossidium hornschuchianum, Barbula unguiculata* y *B. convoluta,* acompañados a *veces* por *Tortula muralis* y *Ceratodon purpureus.* Son musgos de talla pequeña y resistentes al pisoteo, del que quedan a salvo en esas oquedades y grietas del suelo. Tienen además una gran capacidad de reproducción vegetativa *(Bryum bicolor* y *B. radiculosum* presentan normalmente propágulos), lo cual les permite extenderse y colonizar rápidamente todos los espacios disponibles.

Las **paredes, tapias y muros** son otro de los ambientes más comunes en las ciudades. Los muros que más briófitos contienen son los orientados al Norte. Las paredes verticales son las partes de más difícil colonización y generalmente los tramos más secos no presentan ningún briófito. Pero donde hay un mínimo de suelo (en las rugosidades, fisuras, entre las piedras y ladrillos, etc.) y un poco de humedad (donde escurre o azota la lluvia, junto a canalones que dejan escapar agua) viven saxícolas *Tortula muralis, Orthotrichum diaphanum, Grimmia pulvinata* y *G. orbicularis.* En las partes más bajas de los muros, donde el depósito de partículas que forman suelo es mayor y la humedad más elevada aún (salpicaduras), al igual que en repisas o rebordes, además de las especies anteriores, entran *Didymodon insulanus, D. vinealis, Bryum argenteum, B. bicolor, B. radiculosum, B. capillare, Amblystegium serpens* y *Homalothecium sericeum.* De otro lado, las plataformas superiores de las tapias disponen de otro microambiente, en el que se puede observar una sucesión desde el cemento o la roca desnuda (poblada por musgos saxícolas y resistentes a la desecación: *Grimmia pulvinata, G. orbicularis, Tortula muralis)* y finas películas de tierra (con *Didymodon luridus* junto con alguna de las especies anteriores) hasta capas de suelo más gruesas y con mayor contenido en nutrientes (con *Didymodon vinealis, D. insulanus, Bryum bicolor, Amblystegium serpens, Homalothecium sericeum* y algunos otros). En estos enclaves, si están algo sombríos, también es normal encontrar *Schistidium apocarpum,* que vive saxícola o terrisaxícola.

En Vitoria-Gasteiz son frecuentes las **avenidas arboladas,** tanto en el centro urbano como en las zonas periféricas. Generalmente suelen ser robinias, aunque también se plantan catalpas y otros árboles. Sus troncos albergan a unas pocas especies de epífitos ya que las condiciones ambientales son más rigurosas: hay mucha iluminación, cambios bruscos de humedad-sequedad y, en resumen, falta el ambiente protegido que proporciona el arbolado de los parques. Por otro lado, al encontrarse muchos de estos árboles en el centro urbano, donde la contaminación es más alta, es difícil la existencia de especies sensibles. Normalmente, en estas partes del centro urbano sólo encontraremos *Orthotrichum diaphanum* y *Tortula virescens.* Sólo en las avenidas arboladas de la periferia, de aire más limpio, están acompañadas por *Tortula papillosa, T. laevipila, Orthotrichum affine, O. pallens* y, ya en el suelo formado en las horquillas superiores del tronco, *Homalothecium sericeum* y *Bryum capillare.*

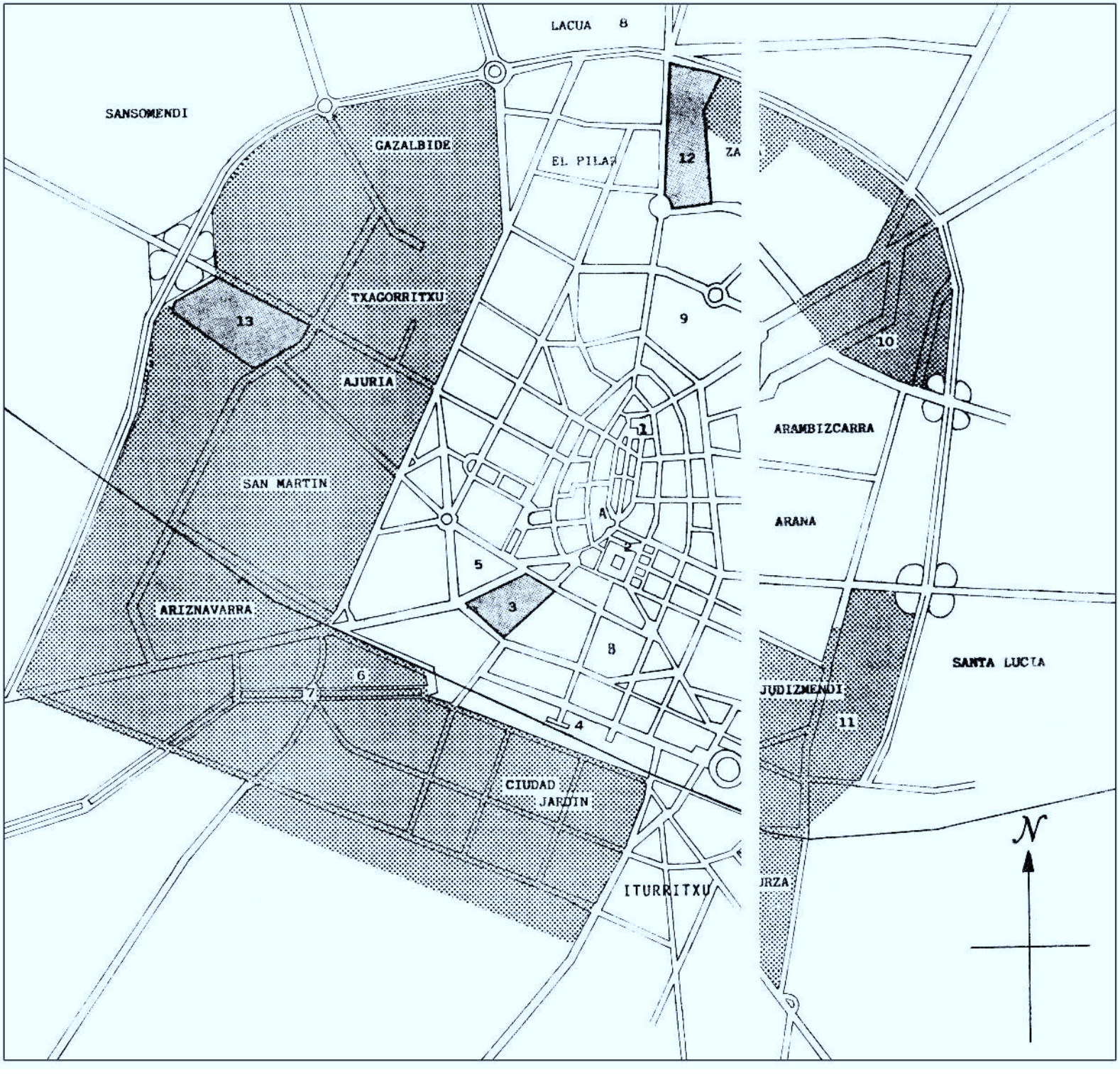
Un medio ligado a las avenidas arboladas son los huecos dejados en el pavimento para plantar los árboles. Son los **alcorques,** ambientes terrícolas, bastante nitrogenados y empapados de agua cuando llueve. Aquí viven los musgos *Tortula muralis, Didymodon luridus, Bryum argenteum, B. bicolor* y, en unos pocos lugares más sombríos y que mantienen mejor la humedad, *Amblystegium serpens* y *Eurhynchium* (cf.) *hians.*

3.5. Ensayo de sectorización de la ciudad de Vitoria-Gasteiz basado en la brioflora y vegetación muscinal urbanas

Hemos intentado sintetizar la distribución de las especies y la riqueza briofítica de Vitoria-Gasteiz de forma que nos diera una visión global de las áreas preferidas por los briófitos urbanos de la capital alavesa y poder correlacionar esta preferencia con algún factor ambiental. Nos hemos inspirado en los trabajos que se han realizado en algunas ciudades japonesas (ANDO & TAODA, 1967) (NEHIRA & UNE, 1980 y 1981) y el resultado queda reflejado en el plano adjunto. Se ha considerado que, en la práctica, en cualquier parte de la ciudad pueden vivir al menos tres especies: los musgos *Tortula muralis, Bryum argenteum* y *Bryum bicolor.*

Así, en el área estudiada de Vitoria-Gasteiz parecen distinguirse fácilmente tres zonas:

SECTOR I. Abarca todo el centro urbano y unas pocas partes de la periferia. Son precisamente los lugares más hostiles para los briófitos. Corresponde a las partes más edificadas y pavimentadas de la ciudad, con elevado tráfico automovilístico y peatonal, donde mayores son la actividad y el tumulto urbanos y más elevada es la contaminación atmosférica. El Casco Medieval, el Ensanche Decimonónico y buena parte de la ciudad levantada en este siglo quedan dentro de este sector que puede caracterizarse por la baja diversidad ecológica, con pocas especies de briófitos y escasísimo recubrimiento muscinal. En muchas zonas de este sector podemos esperar el encontrar, como término medio, una 10 especies (o hasta un máximo de 15 en algunos lugares privilegiados como el parque de Molinuevo y los jardines de la Cuesta de San Francisco). Constituye además el dominio de los musgos más resistentes *(Tortula muralis, Bryum argenteum, B. bicolor* y, si hay árboles, *Tortula virescens* y *Orthotrichum diaphanum).* En los enclaves más favorables pueden vivir otras especies como *Barbula unguiculata, Amblystegium serpens y* unas pocas más. En este sector no se ha encontrado ninguna hepática, lo cual nos hace suponer que estarán ausentes o serán muy raras. Por otro lado, las especies presentes suelen ser toxífilas *(Bryum argenteum* y *Leptobryum pyriforme)* y más o menos toxitolerantes *(Bryum bicolor, Orthotrichum diaphanum Amblystegium serpens, Tortula muralis* y *Barbula unguiculata).* Finalmente, estos musgos poseen una gran capacidad reproductora sexual *(Tortula muralis)* o mediante propágulos *(Tortula virescens, Orthotrichum diaphanum, Bryum bicolor,* etc.).



Sector I Sector II Sector III

LEYENDA Y LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES LUGARES MENCIONADOS EN EL TRABAJO

A. Casco Medieval
B. Ensanche Decimonónico
1. Catedral Vieja (Santa María).
2. «Los Arquillos» - Plaza Nueva.
3. Parque de «La Florida».
4. Estación del ferrocarril Irún-Madrid.
5. Catedral Nueva y sus jardines.
6. Parque de «El Prado».
7. Paseos de Fray Francisco y Cervantes.
8. Parque de San Juan de Arriaga.
9. Parque de Molinuevo.
10. Parque de Arambizcarra.
11. Parque de Judizmendi.
12. Cementerio de Santa Isabel.
13. Seminario.

LEYENDA Y LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES LUGARES MENCIONADOS EN EL TRABAJO

A. Casco Medieval
B. Ensanche Decimonónico
1. Catedral Vieja (Santa María).
2. «Los Arquillos» - Plaza Nueva.
3. Parque de «La Florida».
4. Estación del ferrocarril Irún-Madrid.
5. Catedral Nueva y sus jardines.
6. Parque de «El Prado».
7. Paseos de Fray Francisco y Cervantes.
8. Parque de San Juan de Arriaga.
9. Parque de Molinuevo.
10. Parque de Arambizcarra.
11. Parque de Judizmendi.
12. Cementerio de Santa Isabel.
13. Seminario.

SECTOR II. Comprende gran parte de las áreas periféricas de Vitoria-Gasteiz. Son zonas edificadas durante el siglo xx, la mayoría en las últimas décadas, y que contienen parques nuevos (Arambizcarra, Judizmendi, Gazalbide), solares y otros terrenos descampados. Merecen una atención especial dos conjuntos: el de la Ciudad Jardín y el de las calles José Lejarreta y Avenida de Nuestra Señora de Estíbaliz, constituidos por chalets o viviendas unifamiliares entre calles arboladas y que son las zonas más antiguas dentro de este sector. Se trata por lo general de áreas tranquilas y apartadas del ajetreo del centro urbano, con bajos niveles de contaminación. Su diversidad es intermedia, no alcanzando la riqueza briológica del sector siguiente debido a su reciente construcción, a la juventud de sus parques y también en parte por lo inadecuados que resultan para los briófitos muchos de los materiales usados en su edificación. En estas partes de la ciudad podemos encontrar una media entre 10-20 especies y se caracterizan, sobre todo, porque hacen su aparición especies sensibles (como los hepáticas foliosas *Porella platyphylla* y *Frullania dilatata* y los musgos *Tortula laevipila, T. papillosa, Orthotrichum affine* e *Hypnum cupressiforme).* Este es el único sector donde hemos hallado *Orthotrichum leylli.*

SECTOR III. Hemos considerado aquí tres enclaves de Vitoria-Gasteiz: el parque de «La Florida», el cementerio de Santa Isabel y el Seminario. Se trata de zonas verdes en las que existen grandes árboles que crean un ambiente protegido y que sustentan (en el caso del Seminario y «La Florida») varias especies de epífitos. Tanto el cementerio como el Seminario están situados en la periferia, mientras que «La Florida» está en el centro urbano. En estos tres enclaves los niveles de contaminación son muy bajos y abundan los rincones tranquilos, poco frecuentados. Tanto el recubrimiento muscinal como el número de especies encontradas son los máximos de toda la ciudad, pudiéndose hallar en cada uno de los tres sitios entre 20 y 35 especies. La mayor cantidad la registra «La Florida» (alrededor de 26 hepáticas y musgos), a pesar de su reducida extensión, y la menor el cementerio (unas 20 especies), debido a que faltan los epífitos puesto que los árboles plantados son coníferas (cedros y cipreses), inadecuados para los briófitos corticícolas. Es además muy significativa la abundancia de especies sensibles a la contaminación y la presencia de otras que son típicas de las áreas rurales y que no se encuentran en otros lugares de Vitoria-Gasteiz *(Pellia endiviifolia—en* «La Florida» y el Seminario—, *Didymodon sinuosus, Gymnostomum calcareum, Eucladium verticillatum, Cirriphyllum crassinervium, Rhynchostegiella tenella* —todas en «La Florida»—, *Grimmia crinita* —cementerio— y *Eurhynchium pumilum* —Seminario—) o son raras fuera de estos tres enclaves, como *Zygodon viridissimus, Habrodon perpusillus* y *Cratoneuron commutatum.*

BIBLIOGRAFIA

ADRIAN, J., GONZALEZ, C. & MEDINA, P. (1981). El crecimiento urbano de Vitoria. En *Vitoria, 800 años*, nº 5. Caja Provincial de Ahorros de Alava-Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

AGUILERA ROJAS, J. (1978). *Exposición Centro Histórico de Vitoria* (folleto). Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

ALLORGE, V. (1955). Catalogue préliminaire des Muscinées du Pays basque français et espagnol. *Rev. Bryol, Lichénol.* 24: 96-131; 248-333.

ANDO, H. & TAODA, H. (1967). Bryophytes and their ecology in Hiroshima City. *Hikobia* 5: 46-68.

ASEGINOLAZA, C., GOMEZ, D., LIZAUR, X., MONTSERRAT, G., MORANTE, G., SALAVERRIA, M.R., URIBE-ECHEBARRIA, P.M. & ALEJANDRE, J.A.(1984). *Catálogo florístico de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa.* Gobierno Vasco. Viceconsejería de Medio Ambiente.

AYALA, A.G. (1987). Contribución al conocimiento de la flora urbana de Guadalajara. Comunicación del VII Simposio Nacional de Botánica Criptogámica. Madrid.

BARKMAN, J.J. (1969). The influence of air pollution on bryophytes and lichens. En: *Air pollution. Proceedings of the Firts Eur. Cong. on the influence air pollution on plants and animals.* Wageningen 1968.

BARRIO OLASO, DEL, B. (1983). Territorio y población. En *Alava en sus manos,* tomo 1; 9-39. Caja Provincial de Alava.

BENITO-PEREIRA, F. & SERGIO, C. (1980-1983). Liquenes e briófitos como bioindicadores de poluição atmosférica. II. Utilizaçao de una escala quantitativa para Lisboa. *Rev. Biología* 12 (1-2): 297-313.

CASADO, H. (1981). *La contaminación ambiental en Vitoria.* (informe). Resumen del periodo Septiembre 1980-Julio 1981. Exmo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

CASADO, H. & MZ. DE ILARDUYA, A.M. (1982-1985). *La contaminación atmosférica en Vitoria.* (informes). Resúmenes de las campañas 1981 a 1985. Exmo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

CASAS, C. & SAIZ JIMENEZ, C. (1982). Los briófitos de la catedral de Sevilla. *Collec. Bot.* 13.: 163-175.

CORLEY, M.F.V., CRUNDWELL, A.C., DULL, R., HILL, M.O. & SMITH, A.J.E. (1981). Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* 11: 609-689.

DALY, G.T. (1970). Bryophyte and lichen indicators of air pollution in Christchurch, New Zealand. *Proc. New Zealand Ecol. Soc.* 17: 70-79.

DESTINAY, P. (1969). *La flore épiphytique des arbres fruitiers de la région liégeoise et ses relations avec la pollution de l'air,* Memoire de Licence. Univ. de Liége.

DUELL, R. (1983). Distribution of European and Macaronesian liverworts (Hepaticophytina). *Bryologische Beitraege* 2: 1-115.

DULL, R. (1974). Moose als abgestufte öcologische Zeigerarten für die SO Inmission im Industiegebiet Zwischen Rhein und Rolor bei Duisburg. *Soc. Bot. Fr. Coll. Bryologie:* 265-269.

ESTEVE, F., VARO, J. & ZAFRA, M.L. (1977). Estudio briológico de la ciudad de Granada (segunda parte). *Trab. Dep. Bot. Univ. Granada* 4 (1): 45-71.

FIOLL, LL.A. (1983). Briófites de l'habitació urbana de Palma de Mallorca. *Boli. Soc. Hist. Nat. Balears* 27: 65-76.

GERARD, G. (1978). Les bryophytes dans l'agglomeration bruxelloise. *Nat. Belg.* 59 (6-7): 177-186.

GERARD-REPS, C. (1975). *Contribution a l'étude de l'écosisteme urbain.* Memoire de Licence. Univ. Libre de Bruxelles.

GILBERT, O.L. (1968). Bryophytes as indicators of air pollution in the Tyne Valley. *New Phytol.* 67: 15-30.

GILBERT, O.L. (1970a). A biological scale for the estimation of sulphur dioxide pollution. *New Phytol.* 69: 629-634.

GILBERT, O.L. (1970b). Further studies on the effect of sulphur dioxide on lichens and bryophytes. *New Phytol.* 69: 605-627.

GILBERT, O.L. (1971). Urban bryophyte communities in North-East England. *Trans. Br. Bryol. Soc.* 6: 306-316.

HERAS, P. (1985). Primera aproximación al Catálogo Briológico de Alava. *Cuaderno de la Sección de Ciencias Naturales* 2: 111-192. Sociedad de Estudios Vascos-Eusko Ikaskuntza.

HERAS, P. & INFANTE, M. (1988). Adiciones y correcciones al Catálogo Briológico de Alava. *Estudios del Instituto Alavés de la Naturaleza 3:* 191-208.

I.M.S.A.C. (1987). *La contaminación atmosférica en Vitoria-Gasteiz* (informe). Resumen del periodo 1986-1987. Instituto Municipal de Sanidad Ambiental y Consumo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

JOHNSEN, I. & SØCHTING, U. (1976). Distribution of criptogamic epiphytes in a Danish city in relation to air pollution and bark properties. *Bryologist* 79 (1): 86-92.

KRUSENSTJERNA, E. VON (1945). Bladmossvegetation och Bladmossflora i Upsala-trak-ten. *Acta Phytogeogr. Suec.* 19: l-250.

LARA, F. & MAZIMPAKA, V. (1987). Contribución al conocimiento de la flora briológica urbana de la ciudad de Segovia. Comunicación del VII Simposio Nacional de Botánica Criptogámica. Madrid.

LEBLANC, F. & DE SLOOVER, J. (1970). Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Can. Journ. Bot.* 48: 1485-1496.

LEBLANC, F. & RAO, D.N. (1974). A review of the literature on Bryophytes with respect to air pollution. *Soc. bot. Fr., Coll. Bryologie:* 237-255.

LECOINTE, A. (1979). Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande: 1. les cortèges cosmopolite et méditerrnéen s.l. *Bull. Soc. Linn. Normandie* 107: 61-70.

LECOINTE, A. (1981a). Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande: 2. le cortège atlantique s.l. *Bull. Soc. Linn. Normendie* 108: 51-60.

LECOINTE, A. (1981b). Interêts phytogéographiques de la bryoflore normande: 3. le cortège circumboréal s.l. *Bull. Soc. Linn Normandie* 109: 55-66.

LLANOS, A. (1981). *Vitoria 800. Historia de una ciudad.* Folleto de la Exposición Conmemorativa de la Fundación de Vitoria-Gasteiz. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

LOWRY, W.P. (1975). El clima de las ciudades. *Investigación y Ciencia,* monográfico El Hombre y la Ecosfera: 202-210.

NEHIRA, K. & UNE, K. (1980). Epiphytic bryophytes in urban environments of Fukuyama City, Hiroshima Prefecture. *Proc. Bryol. Soc. Jap.* 2: 153-156.

NEHIRA, K. & UNE, K. (1981). Distribution and ecology of epiphytic bryophytes in urban environments of Hiroshima City. *Hikobia Suppl.* 1: 425-429.

RAO, D.N. & LEBLANC, F. (1967.). Influence of an iron-sintering plant on corticolous epiphytes in Wawa, Ontario. *Bryologist* 70: 141-157.

RODA, F. (1979). Epífitos y contaminación atmosférica en los alrededores de Sabadell (Catalunya). *Mediterránea* 3: 23-68.

RON, E., MAZIMPAKA, V., VICENTE, J. & GRANZOW DE LA CERDA, I. (1987). Urban bryophytes in spanish towns. *Symposia Biologica Hungarica* 35: 727-753.

SANZ SA, J.M. (1985). *La contaminación atmosférica.* Unidades Temáticas Ambientales de la Dirección General de Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Centro de Publicaciones.

SERGIO, C. (1981). Alterações da flora epifítica na área urbana de Lisboa, nos últimos 140 años. *Bol. Soc. Brot. Sér.* 2, 54: 313-331.

SERGIO, C. & BENTO-PEREIRA, F. (1981). Líquenes e briófitos como bioindicadores de poluição atmosférica. I. *Bol. Soc. Brot. Sér.* 2, 54: 291-303.

SERGIO, C. & SIM-SIM, M. (1985). Estudo de poluição atmosférica no estuário do Tejo. A vegetação epifítica como bioindicadora. *Portug. Acta Biol. (B),* 14: 213-244.

SMITH, A.J.E. (1978). *The moss flora of Britain & Ireland.* Cambridge University Press.

SORIA, A. & RON, E. (1987). Datos para el conocimiento de la flora briológica urbana de la ciudad de Logroño. Comunicación del VII Simposio Nacional de Botánica Criptogámica. Madrid.

SORIA, A., RON, E. & HERAS, P. (1988). Análisis comparativo de la brioflora urbana de Vitoria-Gasteiz con la de otras ciudades españolas. Comunicación del Simposio Internacional de Botánica «Pius Font i Quer». Lérida.

STØMER, P. (1969). *Mosses with a western and southern distribution in Norway.* Oslo. Universitetsforlaget.

STRINGER, P.W. & STRINGER, M.H.L. (1974). Air pollution and the distribution of epiphytic lichens and bryophytes in Winnipeg, Manitoba. *Bryologist* 77: 405-426.

VAL, V. DEL, MEDINA, P., FRAILE, M.A. & VEGA, M. (1987). *Vitoria-Gasteiz. Recorridos turísticos.* Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz-Gobierno Vasco.

VARESCHI, V. (1936). Die Epiphytenvegetation von Zürich (Epixylenstudien II). *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 46: 445-488.