

Los bosques urbanos del siglo XXI ¿víctimas o verdugos del cambio climático? (y 3)

Rafael Yus Ramos

GENA-Ecologistas en Acción

Las arboledas o bosques urbanos constituyen una infraestructura verde que, habiendo nacido hace siglos por modas y estética (“ornato”), poco a poco se le ha ido reconociendo una buena lista de “servicios” a la ciudad y sus habitantes. Como hemos visto en capítulos anteriores, ahora, cuando ya tenemos conciencia de la existencia de un cambio climático en marcha, nos damos cuenta de que los árboles nos proporcionan dos servicios de gran importancia: la mitigación y la adaptación al cambio climático. El asunto se complica por el hecho de que una buena cantidad de los árboles de nuestras ciudades no están adaptados para afrontar las nuevas condiciones climáticas que se pronostican, y no disponemos de suficientes datos como para tomar decisiones. El reciente estudio que hemos realizado sobre la arboleda del municipio de Vélez-Málaga nos permite realizar una primera aproximación a esta problemática, basándonos en la metodología de Esperón-Rodríguez *et al.*(2022).

Procedencia de las especies

Todos los jardines urbanos del mundo se nutren de especies autóctonas, del lugar, pero para lograr ejemplares muy destacados por sus cualidades estéticas y fisiológicas, se importa un número considerable de especies procedentes de regiones más o menos alejadas. A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se muestra con detalle la zona de origen de un reducido número de especies, cada una de una originaria de un país diferente cada especie, pero para simplificar el análisis biogeográfico de las especies representadas en Vélez, utilizaremos las regiones biogeográficas o ecozonas (Fig.1)

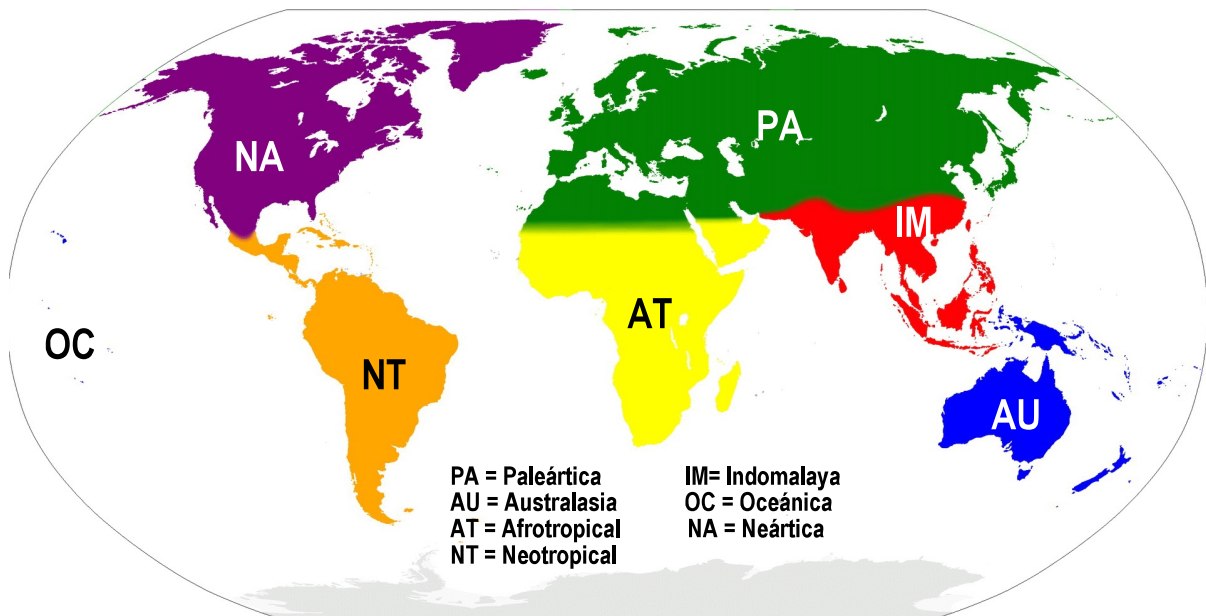


Fig.1. Regiones biogeográficas o ecozonas

Como se muestra en el gráfico de la Fig. 2, las especies de árboles y arbustos representadas en el municipio de Vélez proceden principalmente de la región Paleártica (en la que se encuentra el municipio), no sólo por las numerosas especies mediterráneas, sino también por las canarias, asiáticas, chinas y japonesas que totalizan 63 especies de la región Paleártica. Le sigue en importancia la región Neotropical (55 especies), de donde proceden muchas especies traídas por españoles durante la

colonización del Nuevo Mundo. Le sigue en importancia la región Afrotropical, con 33 especies. En menor cantidad se encuentran representadas las restantes regiones: Indomalaya (17 especies), Neártica (15 especies) y también la Oceánica (islas del Pacífico), con 3 especies. Sin embargo, dentro de una vasta región biogeográfica hay climas muy diferentes. Por ejemplo, en la región Paleártica encontramos climas desde climas circumpolares a climas tropicales, y desde climas desérticos a climas ultrapluviales. Por ello, si queremos apreciar la diferencia climática entre el lugar de origen de un árbol importado, respecto al clima de Vélez-Málaga, es preciso afinar mucho más, al menos en las variables más determinantes en la definición de un clima (según la clasificación de Köppen): la temperatura media anual y la pluviosidad anual.

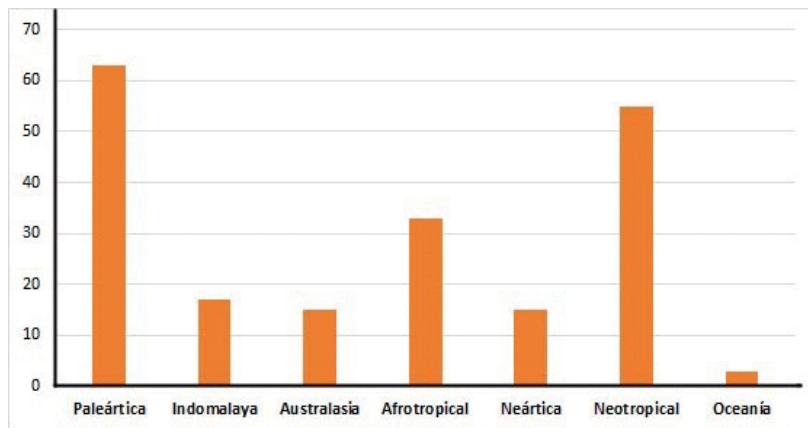


Fig.2. Número de especies según región biogeográfica o ecozona

La seguridad térmica y pluvial del arbolado de Vélez-Málaga

Aprovechando el inventario de los 201 árboles y arbustos del municipio de Vélez-Málaga, que hemos elaborado recientemente, para el Plan Director del Arbolado de Vélez-Málaga (Ayuntamiento de Vélez), hemos realizado también una estimación del margen de seguridad de su actual arboleda (incluyendo también los arbustos) (Tabla 1).

a.-Seguridad térmica. Comparando la temperatura media anual de Vélez-Málaga (17,4°C), con la del país de origen de las actuales especies vegetales presentes los núcleos urbanos de este municipio, procedentes de puntos muy variados de la geografía mundial, obtenemos el margen de seguridad térmica (diferencia entre la temperatura media anual del lugar de origen y la temperatura media de Vélez), de tal suerte que los valores negativos de esta sustracción en 94 especies nos están indicando que las condiciones térmicas de Vélez-Málaga no son adecuadas actualmente para dichas especies (lo que supone el 47%) del total de especies del arbolado (Fig.3).

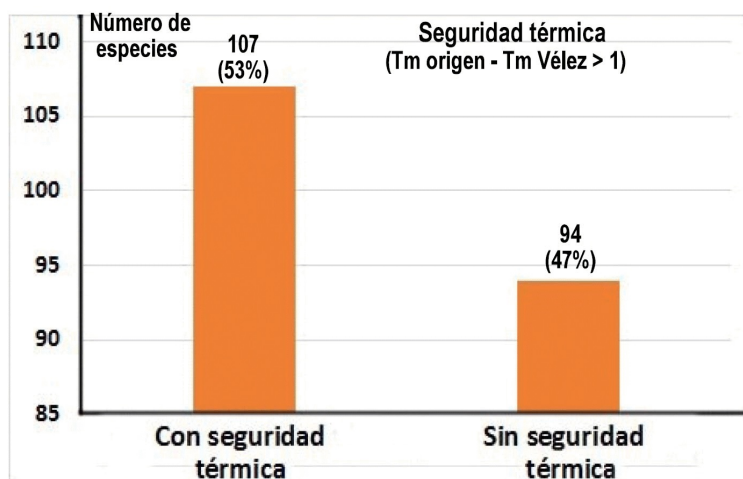


Fig.3. Seguridad térmica del arbolado de Vélez

Hay, por lo tanto, un margen de seguridad térmica algo superior (53%) que el obtenido en el estudio general de Esperon *et al.* (2022) en 164 ciudades (47%). Ello se explica por la abundancia de especies procedentes de países con climas más tórridos que el de Vélez-Málaga.

Tabla 1. Margen de seguridad térmica y pluvial de los árboles de Vélez-Málaga

| Especie | Origen | TMA °C origen | PA mm origen | S-térmica Vélez | S-pluvial Vélez |
|---------------------------------|------------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| <i>Acer negundo</i> | Norteamérica | 15 | 800 | -2,4 | -329 |
| <i>Ailanthus altissima</i> | China | 11 | 600 | -6,4 | -129 |
| <i>Albizia julibrisin</i> | S-SE Asia | 25,4 | 3000 | 8 | -2529 |
| <i>Araucaria heterophylla</i> | Virginia (EEUU) | 28,8 | 852 | 11,4 | -381 |
| <i>Bauhinia variegata</i> | Asia Oriental | 26,2 | 3000 | 8,8 | -2529 |
| <i>Brachychiton acerifolius</i> | Australia | 13,5 | 1000 | -4,4 | -529 |
| <i>Brachychiton discolor</i> | Australia | 13,5 | 1000 | -4,4 | -529 |
| <i>Brachychiton populneus</i> | Australia | 13,5 | 1000 | -4,4 | -529 |
| <i>Callistemon citrinus</i> | Australia | 22,5 | 800 | 5,1 | -329 |
| <i>Carya illinoensis</i> | SE EEUU | 10,5 | 1020 | -6,9 | -549 |
| <i>Casuarina equisetifolia</i> | Australia y Polinesia | 24 | 1000 | 6,6 | -529 |
| <i>Catalpa bignonioides</i> | SE EEUU | 19 | 1060 | 1,6 | -589 |
| <i>Cedrus atlantica</i> | Marruecos-Argelia | 17,5 | 306 | 0,1 | 165 |
| <i>Ceiba insignis</i> | Ecuador y Perú | 22 | 680 | 4,6 | -209 |
| <i>Ceiba speciosa</i> | Argentina | 18 | 900 | 0,6 | -429 |
| <i>Celtis australis</i> | Europa-Mediterráneo | 11,5 | 639,8 | 5,1 | -168,8 |
| <i>Ceratonia siliqua</i> | Mediterráneo | 16,3 | 508 | -1,1 | -37 |
| <i>Cercis siliquastrum</i> | Mediterráneo NW | 12 | 400 | -5,4 | 71 |
| <i>Cupressus macrocarpa</i> | México | 21,8 | 850 | 4,4 | 379 |
| <i>Cupressus sempervirens</i> | Mediterráneo | 16,3 | 508 | -1,1 | -37 |
| <i>Delonix regia</i> | Madagascar | 22 | 1250 | 4,6 | -779 |
| <i>Dracaena draco</i> | Macaronesia | 22 | 250 | 4,6 | 221 |
| <i>Erythrina caffra</i> | SE Africa | 20,6 | 269 | 3,2 | 202 |
| <i>Erythrina crista-galli</i> | Sudamérica | 18 | 900 | 0,6 | -429 |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | Australia | 13,5 | 1000 | -4,4 | -529 |
| <i>Ficus altissima</i> | Asia SE-islas Pacífico | 25 | 3000 | 7,6 | -2529 |
| <i>Ficus carica</i> | Asia SW | 24 | 228 | 6,6 | 243 |
| <i>Ficus benghalensis</i> | India | 25,8 | 1200 | 8,4 | -729 |
| <i>Ficus benjamina</i> | Asia Oriental | 25,4 | 3000 | 8 | -2529 |
| <i>Ficus elastica</i> | Asia Oriental | 24 | 2900 | 6,6 | -2429 |
| <i>Ficus hispida</i> | Asia Oriental | 20,6 | 1650 | 3,2 | -1179 |
| <i>Ficus lyrata</i> | Africa Occidental | 24 | 4000 | 6,6 | -3529 |
| <i>Ficus macrophylla</i> | Australia | 13,5 | 1000 | -4,4 | -529 |
| <i>Ficus microcarpa</i> | Asia Oriental | 25,4 | 3000 | 8 | -2529 |
| <i>Fraxinus angustifolia</i> | Mediterráneo | 16,3 | 508 | -1 | -37 |
| <i>Grevillea robusta</i> | Australia Oriental | 25,4 | 9000 | 8 | -8529 |
| <i>Jacaranda mimosifolia</i> | Sudamérica | 18 | 900 | 0,6 | -429 |
| <i>Lagerstroemia indica</i> | Asia C y E | 20 | 1500 | 2,6 | -1029 |
| <i>Ligustrum lucidum</i> | China S | 15 | 1500 | -2,4 | -1029 |
| <i>Magnolia grandiflora</i> | EEUU SE | 26,5 | 1270 | 9,1 | -799 |
| <i>Melia azedarach</i> | Asia SE | 25,4 | 3000 | 8 | -2529 |
| <i>Morus alba v.fruitless</i> | Asia C y E | 20 | 1500 | 2,6 | -1029 |
| <i>Phoenix canariensis</i> | Islas Canarias | 22 | 250 | 4,6 | 221 |
| <i>Phoenix dactylifera</i> | Asia SW | 24 | 250 | 6,6 | 221 |
| <i>Phytolacca dioica</i> | Argentina NE | 18 | 900 | 0,6 | -429 |

b.-Seguridad pluvial. El segundo componente clave del clima (especialmente importante para las plantas) es el agua pluvial. Comparando la pluviosidad anual de Vélez-Málaga, con la del país de origen de las especies de árboles y arbustos representadas en este municipio, la seguridad pluvial se obtendría restando al valor de la pluviosidad anual de Vélez-Málaga (471 mm), la pluviosidad de la zona de origen de cada especie de árbol o arbusto. Con este cálculo obtenemos un resultado casi inverso a la seguridad térmica (Fig.4), puesto que 158 especies (es decir, el 79%) de las especies de árboles y arbustos

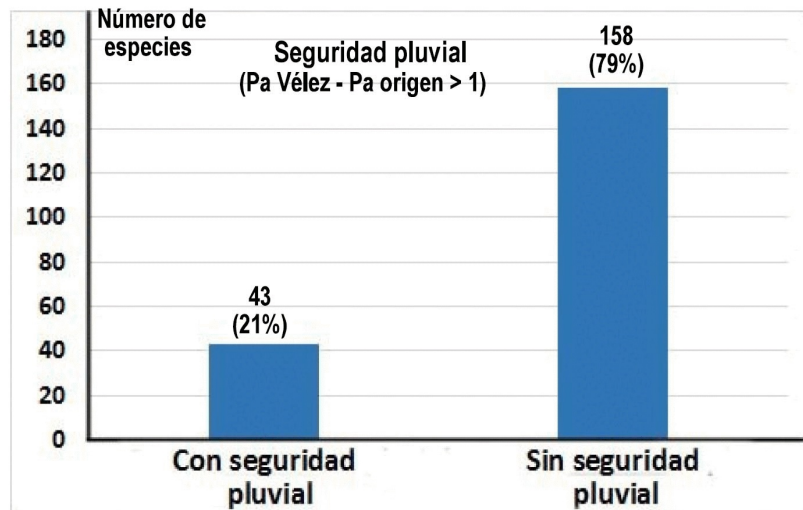


Fig.4. Seguridad pluvial del arbolado de Vélez

muestran valores negativos, debido a que en sus lugares de origen hay más pluviosidad que en Vélez-Málaga. Este déficit ya existía en el momento en que se importó cada especie de árbol o arbusto, pero a diferencia de la seguridad térmica, la seguridad pluvial puede paliarse con el aporte artificial de agua (riego), y así ha sido funcionando hasta la actualidad, influyendo también la rusticidad de las plantas. Sin embargo, en un escenario de disminución de los recursos hídricos debido al cambio climático, con disminución de precipitaciones, y un consumo abusivo de agua por parte del sector agrícola subtropical en esta comarca, estos aportes de agua para paliar el déficit hídrico de cada planta, podrían ser disminuidos o anulados, y entonces estas especies que, de entrada, no tienen seguridad hídrica, acabarán siendo afectadas por la falta de suficiente agua de riego.

En conclusión, como primera aproximación, puesto que también se ha de considerar los márgenes reales de tolerancia de cada especie (su rusticidad) podemos afirmar que el cambio climático disminuirá los márgenes de seguridad actualmente existentes tanto en el aspecto término como el pluvial, y ello exigirá reemplazo de especies con mayor tolerancia.

Sin embargo, al interpretar los resultados e implicaciones del trabajo de Esperón-Rodríguez *et al.* (2022), hay que tener en cuenta una limitación importante, y es que el estudio no incorporaba explícitamente los efectos de calentamiento en el futuro crecimiento urbano. En las próximas tres décadas, el urbanismo global se proyecta que la población crezca en 2-3 mil millones, en su mayor parte en zonas urbanas. El crecimiento de la población urbana puede conducir a un calentamiento adicional en una ciudad debido a la modificación de sus estructuras internas o a la expansión de sus huellas físicas. Debido a un futuro económico y crecimiento de la población urbana, este calentamiento extraurbano también tiende a ser más fuerte en el regiones tropicales menos desarrolladas que puede agravar el riesgo para las áreas identificadas en el mencionado estudio. Por lo tanto, los riesgos climáticos de las especies urbanas reportadas en este estudio probablemente se hayan subestimado.

Habiendo resaltado los riesgos, la pregunta dominante se convierte en cómo las ciudades en todo el mundo pueden evitar la pérdida de servicios ecológicos críticos proporcionados por bosques urbanos. Un importante paso debe incluir el sensibilizar sobre los riesgos y proporcionar información clara y accesible sobre qué especies urbanas se enfrentan a mayores riesgos climáticos. Algunos países han elaborado una base de datos detallada de vulnerabilidad climática que pudiera informar a los

planificadores urbanos sobre cómo pueden elegir estratégicamente las especies que sobrevivan a futuras condiciones climáticas adversas y continuar brindando los beneficios de la adaptación a un clima crítico. Para las especies urbanas en riesgo, que ya están plantadas, los gobiernos locales y las comunidades deben priorizar el seguimiento, mantenimiento y el reemplazo potencial de estas especies. Muchas ciudades, especialmente las de las zonas tropicales, necesitan desarrollar bases de datos similares de vulnerabilidad de especies al clima, para elaborar estrategias sobre cómo utilizar mejor los bosques urbanos como defensa contra el futuro cambio climático.

Problemas y soluciones

Los gestores de la arboleda de cada municipio se encontrarán con una serie de problemas que afectan a la salud del arbolado urbano y sus servicios. Aunque a lo largo del siglo XXI habrá que seguir investigando la problemática de la adaptación de la arboleda en los crecientes núcleos urbanos, a continuación se adelantan algunas soluciones a los problemas previsibles:

1.-Las condiciones de clima, es decir, la temperatura media y la precipitación durante un período de 30 años. Aunque las preferencias humanas influyen en la composición de los bosques urbanos, el clima sigue siendo un factor clave definir la supervivencia de las especies y rendimiento en las ciudades. Para afrontar este problema, se propone:

- Desarrollar parcelas de monitoreo a largo plazo estratificadas por diferentes estresores urbanos para evaluar el crecimiento de las especies.
- Identificar el clima de origen o el nicho climático de las especies utilizadas para las plantaciones para tomar decisiones informadas y disminuir la probabilidad de falla
- El desarrollo de una base de datos con dichas especies y su vulnerabilidad en cada ubicación se puede utilizar para informar la selección de especies.

2.-Eventos meteorológicos extremos, que incluyen eventos graves o severos de precipitación no estacional o sequía; un clima en los extremos de la climatología histórica (o más allá). El clima extremo (por ejemplo, olas de calor, inundaciones y tormentas) o la sequía pueden provocar la muerte regresiva y la mortalidad de los árboles y catalizar otros factores que pueden contribuir a la disminución de los árboles. Para afrontar este problema, se propone:

- Llevar a cabo evaluaciones detalladas del rendimiento de las especies antes y después de eventos climáticos extremos con el objetivo de identificar las especies resilientes y vulnerables.
- Incluir dichos riesgos en una base de datos de especies puede ayudar a informar para la selección de especies en diferentes lugares.
- Los modelos de simulación puede identificar el riesgo de caída de árboles en diferentes hábitats expuestos a tormentas extremas causadas por el cambio climático.

3.-Selección inadecuada de especies. La selección de especies inadecuadas puede disminuir el éxito de una siembra y el aumento del costo asociado de la administración. Para afrontar este problema, se propone:

- Identificar los requisitos del lugar y las tolerancias climáticas de las especies utilizadas para las

plantaciones, para tomar decisiones y disminuir la probabilidad de fracaso.

- Desarrollar una base de datos con el clima de las especies de origen (por ejemplo, país, zona climática) y los requisitos del lugar a plantar (por ejemplo, volumen de suelo, nutrientes) para mejorar la selección de especies en todos los lugares.
- Documentar los éxitos y los fracasos para identificar la resiliencia y especies vulnerables. Para ello, hay que realizar un seguimiento a largo plazo del rendimiento y crecimiento de los árboles utilizando métricas estandarizadas. Estos datos deben estar vinculados a las condiciones climáticas locales mediante la incorporación de información climática (por ejemplo, precipitación anual, temperatura media anual, temperatura máxima) en la base de datos.

4.-Espacio de cultivo limitado para árboles establecidos. Unas condiciones inapropiadas del lugar para el crecimiento actual y futuro de brotes y raíces aumenta la probabilidad de falla del árbol. Para afrontar este problema, se propone:

- La caída del árbol se puede prevenir respetando las distancias estándar de plantación en zonas urbanas estructuras y crear un volumen adecuado de enraizamiento del suelo basado en los requisitos de las especies antes de plantar árboles.
- Desarrollar y seguir los protocolos de siembra que consideran los requisitos de crecimiento de las especies.
- Evaluar el crecimiento de los árboles a través de 1) inspección visual para detectar problemas, síntomas y evaluar la vitalidad; 2) cuando se detecte un problema, realizar un examen más detenido para confirmar su naturaleza; y 3) cuando se confirme el defecto y pueda representar un riesgo, medirlo, registrarlo y hacer recomendaciones para acciones correspondientes, entre las cuales podría incluirse la eliminación de árboles afectados.

5.-Plagas y enfermedades. Las plagas y enfermedades pueden reducir el crecimiento de los árboles y aumentar la mortalidad. El cambio climático seguramente aumentará el impacto de las plagas y enfermedades en los árboles. Para afrontar este problema, se propone:

- Una evaluación periódica de la salud y el rendimiento de los árboles, particularmente en las semanas posteriores a eventos de clima extremo, como olas de calor y sequías.
- Incorporar una puntuación de salud o daño en las bases de datos de especies y realizar un seguimiento de cambios a través del tiempo. El monitoreo a corto y largo plazo es crucial para estas evaluaciones.

6.-Mala calidad del material de vivero. El stock de alta calidad es fundamental para promover el crecimiento y establecimiento de árboles, ya que el material puede albergar raíces pobres y disparar problemas para lograr el equilibrio, impidiendo el crecimiento y la supervivencia, conduciendo a fallas estructurales y aumentando la incidencia de patógenos. Para afrontar este problema, se propone:

- Las autoridades y los viveros deben colaborar en el desarrollo y aplicar estándares rigurosos para el material vegetal.

- Desarrollar e implementar estándares para la calidad de las existencias de árboles, en colaboración con investigadores, la industria de viveros y otras partes interesadas

7.-Técnicas inapropiadas de establecimiento y mantenimiento insuficiente. Las obras de edificio/ construcción pueden afectar a la zona raíz. La mortalidad de los árboles también puede estar asociada con una mala siembra y uso de técnicas o prácticas de mantenimiento, que exacerban las tensiones climáticas. Para afrontar este problema, se propone:

- Desarrollar y aplicar normas rigurosas y estandarizadas protocolos de siembra. Estos protocolos se pueden adaptar de los estándares y métodos de arboricultura existentes. Los protocolos deben ser adaptables y flexibles para cumplir objetivos y necesidades diferentes, incluidos los de profesionales, en el proceso de desarrollo del protocolo como además de ser sencillo para los usuarios.
- Supervisión de las plantaciones y adaptación de los períodos de mantenimiento a las condiciones específicas del lugar y las respuestas de las especies durante la fase de establecimiento.
- Los datos de crecimiento recopilados después de la plantación y durante las fases de establecimiento y post-establecimiento se pueden utilizar para examinar el crecimiento y la supervivencia en relación con las condiciones del lugar y las prácticas de administración.

8.-Malas condiciones del lugar. Las malas condiciones del lugar, como la compactación del suelo, un volumen limitado de raíces y la baja disponibilidad de nutrientes pueden afectar al rendimiento vegetal y reducir la supervivencia. Para afrontar este problema, se propone:

- Antes de plantar, evaluar las características del suelo, determinando su pH, compactación, textura, disponibilidad de agua y estado de los nutrientes, entre otros, basado en los protocolos regionales de plantación.
- Los lugares con condiciones subóptimas pueden ser mejorados para cumplir con las condiciones estándar de plantación, identificando sustratos apropiados, aplicando fertilizantes y otras enmiendas para mejorar el establecimiento y supervivencia de la planta.

Conclusiones

A nivel mundial, las ciudades están planificando la resiliencia frente al cambio climático, a través de iniciativas de ecologización urbana, conforme se va aceptando la importancia de las arboledas o bosques urbanos para la mejora de la calidad de vida urbana y la mitigación del cambio climático. Sin embargo, los beneficios ecosistémicos que brindan los árboles urbanos están amenazados por las previsiones del cambio climático y, sin embargo, las evaluaciones de las causas de la muerte regresiva y la mortalidad de los árboles en entornos urbanos son raras. Se necesitan estudios de seguimiento a largo plazo y una gestión adaptativa para identificar y prevenir las fallas y la mortalidad provocadas por el cambio climático. La investigación y seguimiento, cuando se combinan con pronósticos sistemáticos, permitirá a los gobiernos incorporar resiliencia al cambio climático en la planificación forestal urbana. Los escenarios futuros en los que los bosques urbanos sean resistentes o estén en declive dependerán de la gestión y planificación de las acciones que hagamos hoy. La eficacia de la gestión que se logre realizar es clave para que los bosques urbanos sean **víctimas o verdugos del cambio climático**.