

RECYT

Año 20 / N° 30 / 2018 / 56–61

Condiciones de los árboles urbanos: un estudio de revisión

Conditions affecting the vigor of urban trees: a study review

Condições que interferem no vigor das árvores urbanas: um estudo de revisão

Erick Martins Nieri^{1, *}, Luana Maria dos Santos¹, Flávia Gizele König Brun²,
Eleanro José Brun², Sandra Mara Krefta³ y Renato Luiz Grisi Macedo¹

1- Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras, Minas Gerais, Brasil. 2- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Florestal, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. 3- Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Florestal, Lages, Santa Catarina, Brasil.

* E-mail: erickenieri@yahoo.com.br

Resumen

El artículo busca contribuir en el debate teórico y conceptual relacionado con las condiciones que interfieren en el vigor nutricional de los árboles urbanos, por medio de revisiones y proposiciones para mejorar la sanidad de los ejemplares presentes en el arbolado urbano. Para ello, se realizó el levantamiento bibliográfico por medio de investigación en periódicos ubicados en las bases de datos *Isi Web of Knowledge*, *Scopus*, *Portal de Periódicos de Capes* y *Google Scholar*, además de libros. Los resultados obtenidos sobre el efecto del pavimento en árboles urbanos, las condiciones de los suelos urbanos y el vigor de los árboles urbanos, demuestran la realidad de la arborización. El manejo inadecuado realizado sobre las mismas proporciona condiciones hostiles al desarrollo y longevidad de los árboles. Se concluye que el vigor nutricional de los ejemplares está relacionado con áreas permeables y densidades inferiores a 1,3 g cm⁻³, sin embargo, se hace necesario la asociación con instituciones y órganos del gobierno para la creación de políticas públicas que auxilian la elaboración de proyectos y beneficios.

Palabras clave: Tipo de piso; Suelo urbano; Silvicultura Urbana.

Abstract

The article seeks to contribute to the theoretical and conceptual debate related to the conditions that interfere in the nutritional vigor of urban trees through revisions and propositions to improve the sanity of the individuals present in the afforestation. To do so, we carried out the bibliographical survey through research in newspapers located in the *Isi Web of Knowledge*, *Scopus*, *Portal of Periodicals of Capes* and *Google Scholar* databases, in addition to books. The results obtained on the effect of pavements of urban trees, the conditions of the urban soils and the vigor of the urban trees; demonstrate the reality of the tree planting. The inadequate management carried out on them provides hostile conditions to the development and longevity of the trees. In conclusion, the nutritional vigor of the specimens is related to permeable areas and densities lower than 1.3 g cm⁻³, however, associations with institutions and the government bodies are necessary for the creation of public policies in order to help the development of projects and benefits.

Keywords: Type of soil; urban soil; urban forestry.

Resumo

O artigo busca contribuir no debate teórico e conceitual relacionado as condições que interferem no vigor nutricional das árvores urbanas por meio de revisões e proposições para melhorar a sanidade dos exemplares presente na arborização. Para isto, realizou o levantamento bibliográfico por meio de pesquisa em periódicos localizados nas bases de dados *Isi Web of Knowledge*, *Scopus*, *Portal de Periódicos da Capes* e *Google Scholar*, além de livros. Os resultados obtidos sobre o efeito de pavimentos de árvores urbanas, condições dos solos urbanos e o vigor das árvores urbanas, demonstram a realidade da arborização. O manejo inadequado realizado sobre as mesmas que proporcionam condições hostis ao desenvolvimento e longevidade das árvores. Conclui-se que o vigor nutricional dos exemplares está relacionado com áreas permeáveis e densidades inferiores à 1,3 g cm⁻³, entretanto, faz-se necessário a parcerias com instituições e órgão do governo para criação de políticas públicas que auxiliam a elaboração de projetos e benefícios.

Palavras-chaves: Tipo de pavimento; Solo urbano; Silvicultura Urbana.

Introducción

En Brasil, la tasa de urbanización actualmente representa el 84,4%, siendo esta la mayor desde la década del 60. Con el aumento de ese porcentaje, se promovió la aparición de innumerables construcciones, aumento de la flota de vehículos, nuevas industrias, entre otros que, por consiguiente, ocasionaron cambios al medio y daños al vigor nutricional de los árboles urbanos de forma indirecta, con la presencia de pavimentos impermeables y directos, con la escasez de nutrientes y la presencia de injurias en el tronco y copa de los ejemplares.

Estas condiciones atribuidas a los árboles urbanos promueven numerosos factores, que contemplan la reducción del vigor nutricional de los individuos arbóreos y acarrearón en un aumento en la necesidad de intervenciones silvícolas, como la realización de podas, retirada de individuos atacados por plagas y enfermedades, que consecuentemente aumentan los esfuerzos de funcionarios públicos, el aumento de la utilización de insumos y defensivos, hacen así los ejemplares más onerosos para el Poder Público.

De esta forma, el presente trabajo tiene el propósito de contribuir con reflexiones relacionadas a condiciones que interfieren en el vigor nutricional de los árboles urbanos, donde este artículo presenta una revisión conceptual y una propuesta de adecuación para el presente asunto, a través de la unión y discusión de artículos científicos y libros.

Material y Metodología

El trabajo se realizó con el fin de unir conocimientos científicos en favor de la adecuación sobre las condiciones que influyen en el vigor de los árboles urbanos. Para ello, se necesitó realizar un relevamiento de información que se contempla en el marco teórico.

El relevamiento bibliográfico consistió en la investigación de periódicos ubicados en las bases de datos, *Isi Web of Knowledge*, *Scopus*, *Portal de Periódicos de Capes* y *Google Scholar*, además de excelentes libros que posibilitaron una mayor comprensión y discusión sobre el tema.

Resultados y Discusión

Efectos de los pisos sobre los árboles urbanos

El piso puede ser definido como una capa expuesta con el fin de revestir el suelo y promover condiciones adecuadas para la vida de la población urbana, permite la movilidad, accesibilidad, facilita la infiltración del agua y el mantenimiento del suelo (MAUS *et al.* (19)).

De esta forma, se puede observar que diferentes tipos de pisos pueden proporcionar condiciones diferenciadas para los árboles, las cuales consisten en ganancia de vigor o pérdida de vigor, donde las condiciones de ganancia

de vigor se encuadran con pisos más permeables, que posibilitan mayor infiltración, mejor desarrollo de las raíces y consecuentemente mayor humedad para el suelo, favoreciendo la absorción de nutrientes por los individuos, como puede observarse en la Tabla 1 algunos aspectos proporcionados por los diferentes pisos de suelo, los cuales expresan la tasa de infiltración, la nutrición y compactación de los pisos encontrados en los centros urbanos.

Tabla 1: Características del acondicionamiento del suelo en diferentes tipos de pisos en el medio urbano con informaciones basadas en la literatura

Piso	Infiltración (%)	Compactación (g cm ⁻³)	Nutrición
Césped	98,0(3)	1,19 (5)	Mayor concentración de Nitrógeno (N) y Fósforo (3);
Piedra	55,0 (4)	1,27 (5)	Mayor concentración de hierro (Fe) (4);
Suelo descubierto	35,0 (2)	1,28 (5)	Mayor concentración de hierro (Fe) y potasio (K) (2);
Calzada (concreto)	29,0 (1)	1,8 (1)	Mayor concentración de Calcio (1);

Fuente: 1) CRAUL (1992); 2) KER (1995); 3) MAUS *et al.*, (2007); 4) SANTOS *et al.* (2007); 5) NIERI (2013).

Como se observa en las grandes áreas de pisos y con superficies construidas, los árboles soportan un ambiente hostil, que se caracteriza por altas temperaturas en el verano, humedad relativamente baja, aireación limitada y pésima calidad del aire. De esta forma, las especies arbóreas y arbustivas introducidas en ese ambiente deben ser más tolerantes, es decir, introducir ejemplares genéticamente más resistentes, además de redoblar cuidados en relación a los pisos en torno a las mismas, para que no ocurran peores condiciones de humedad, temperatura del suelo, aireación y calidad del aire (HARRIS *et al.* (12)).

Enfocando una forma para minimizar el levantamiento de las raíces y destrucción de las calzadas / pisos, o incluso por la elección errónea de la especie a ser asignada en los árboles del local, Harris *et al.* (12), resaltan que las raíces promueven el desplazamiento de las calzadas, en suelos compactados, y que un buen proyecto evita problemas de grietas en los pisos. Una alternativa para el levantamiento del lecho de desplazamiento sería la utilización de un piso más flexible, mezclando aditivos al concreto que permitan el movimiento gradual de la calzada y promuevan menores daños.

Mejorando el material constituyente del lecho, y permitiendo mayor percolación de agua en los pisos, se obtiene mayor flujo de transpiración continua suelo-planta-atmósfera, permitiendo mejores condiciones en relación a la disponibilidad de nutrientes y la absorción de los mismos por el árbol. Sin embargo, al ocurrir precipitación sobre superficies de pisos no permeables, como calzadas de concreto, habrá mayor flujo superficial y, consecuentemente, menor infiltración, acarreado de ese modo en el flujo a los ríos y otros suelos a través de la canalización, promoviendo así una sobrecarga de esos locales (WHITLOW (25)).

Otra forma de observar la influencia de los pisos es comparar la infiltración de agua entre los constituidos por asfalto (impermeable), césped (permeable) y otros permeables, los cuales fueron observados en el trabajo de Maus *et al.* (19) en la escuela João Pedro Menna Barreto en la municipalidad de Santa Maria – RS (Brasil), donde se obtuvo 100,0% de infiltración en el piso permeable, 98,0% en el pavimento cubierto por césped y apenas 29,0% de infiltración en el asfalto. De esta forma, se percibe que, para obtener mejores condiciones para los árboles urbanos, se debe utilizar el pavimento permeable o cubierto por césped, debido a que los mismos promueven mayor infiltración, diferencias en la biomasa radicular y mayor cantidad de raíces secundarias.

En cuanto a los pisos permeables e impermeables, Morgenroth (20), en estudio de la respuesta de crecimiento de la raíz de *Platanus orientalis* para pisos permeables, realizado en Nueva Zelanda, se obtuvo resultados que apoyan la hipótesis de que la biomasa radicular difiere por debajo de los suelos permeables y en donde pavimentos permeables tuvieron mayor cantidad de raíces finas, las cuales absorben mayor cantidad de nutrientes y realizan mayor tasa fotosintética proporcionando el desarrollo de los individuos con buenas condiciones nutricionales y mejor vigor.

Con ese pensamiento, Biondi (2), al realizar la comparación de promedios del análisis químico foliar de la especie de *Acer negundo* L., implantada en la ciudad de Curitiba-PR (Brasil) sobre piso de concreto y piso con césped, observó mejores resultados para el piso con césped en relación al contenido de 1,6 g kg⁻¹ de fósforo, 16,4 g kg⁻¹ de nitrógeno, 2,2 g kg⁻¹ de magnesio y 5 mg dm⁻³ de cobre, mientras que para el piso cubierto por concreto obtuvo 1,3 g kg⁻¹ de fósforo, 16,0 g kg⁻¹ de nitrógeno, 2,0 g kg⁻¹ de manganeso y 4 mg dm⁻³ de cobre, demostrando de esta forma la diferencia nutricional existente en los diferentes pisos urbanos, lo que lleva a establecer que los pisos permeables poseen mejores condiciones para que los individuos absorban nutrientes vía sistema radicular provenientes de la solución del suelo.

Además, se resalta que los ejemplares contenidos en cantero con piso de césped presentaron menores incidencias de plagas o enfermedades y tonalidad de verde más característico de la especie, al compararlo con los ejemplares encontrados sobre el pavimento cubierto por concreto.

En los estudios realizados en la ciudad de Curitiba-PR (Brasil) sobre el análisis químico foliar del *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex A.DC) en los pisos cubiertos por césped, por cemento y pavimentos contaminados, Biondi & Reissmann (3), obtuvieron el mayor porcentaje de aluminio en los individuos situados en los canteros contaminados y cubiertos por cemento, siendo los valores encontrados de 0,231 g kg⁻¹ y 0,190 g kg⁻¹ respectivamente, mientras que en el piso cubierto por césped se obtuvo 0,161 g kg⁻¹ de aluminio. Los autores explican que la alta cantidad de alu-

minio presente en las hojas está asociada a la correlación existente con el hierro y también por estar acompañado con el fósforo. Esta situación puede perjudicar la formación de raíces, ocasionando baja absorción de nutrientes y consecuente pérdida de vigor de los árboles.

Al percibir que el cantero césped posibilita mayor contenido de nutrientes esenciales (N, P, K) en relación al cantero de cemento, Paiva *et al.* (16) resaltan que las calzadas pavimentadas son los locales que generan mayores tensiones para los árboles urbanos, debido a la impermeabilización y la dificultad de intercambios de agua y gases de los suelos urbanos con la atmósfera, eliminando de esa forma el ciclo de nutrientes, lo que proporciona pérdida de vigor para los árboles y consecuentemente mayores daños futuros debido a las condiciones encontradas en los suelos urbanos.

La pérdida de vigor por la impermeabilización del suelo es agravada por la condición del suelo urbano, el cual será abordado a continuación, y se demuestra, que debido a las acciones del hombre, perfiles no definidos, pueden perjudicar el desarrollo de los individuos.

Condiciones de los suelos urbanos

El suelo consiste en una serie de horizontes con diferentes características físicas, químicas y biológicas. Estas proporcionan los atributos, los cuales poseen importantes relaciones e interacciones entre los horizontes del suelo, generando características para cada perfil. Sin embargo, el suelo urbano es completamente diferente del suelo natural, partiendo del supuesto de que el mismo contiene alta variabilidad espacial y vertical, estructura modificada y conducida a compactación, además de la presencia de una corteza superficial que normalmente es hidrofóbica, de baja ventilación y drenaje en el caso de que se produzca un cambio en la calidad del agua (CRAUL (8); CRAUL (9)).

Además, se resalta que el suelo urbano normalmente está constituido de escombros, suelo y demás materias que llenan los espacios, donde posteriormente sufren acciones de compactación por el propio acto de caminar sobre la calzada o incluso el posible paso de coches sobre la misma. Esta compactación implicará la resistencia a la penetración de las raíces, acarreado menor percolación del agua existente en el suelo para el subsuelo y la pérdida de aireación por la disminución de la porosidad (SANTOS & TEIXERA (22)).

En cuanto a la compactación del suelo urbano, Craul (9) y Corbalá (10), consideran ideal que el suelo en su capa superficial esté con densidad entre 1,2 a 1,4 g cm⁻³, la cual no perjudica en gran escala, el desarrollo del sistema radicular de los árboles, pues posibilita el crecimiento de las raíces secundarias, las cuales son de suma importancia para la absorción de nutrientes y del agua.

Los suelos arcillosos con valores iguales y superiores a 1,5 g cm⁻³ son perjudiciales para el desarrollo del sistema

radicular de los árboles urbanos, debido a que no pueden penetrar en el suelo y, en consecuencia, se produce el enlizenzo de las raíces, generando numerosos riesgos (TROWBRIDGE & BASSUK (24)), como por ejemplo mayor susceptibilidad a la caída del árbol.

Al observar el proceso de compactación, el principal factor considerado es la pérdida de espacios porosos a través de las fuerzas ejercidas sobre la superficie del suelo, las cuales comprimen y aplastan los agregados en tamaños menores. El tráfico de peatones y vehículos ejercen fuerzas sobre el mismo, siendo que, al poseer un suelo con alta cantidad de partículas de arcilla, junto con bajo contenido de materia orgánica y la humedad del suelo entre 23 a 25%, tiende a compactarlo, además de la contribución adicional de vibración de las fuerzas que actúan en el suelo (CRAUL (7)).

Además de las propiedades físicas, hay propiedades químicas como aluminio y calcio que, en el medio urbano, promueven muchos cambios en el suelo debido a las amplias actividades humanas sobre los mismos, siendo común encontrar suelos demasiado alcalinos debido a la introducción de construcciones y de pavimentación, que liberan material calcáreo, o incluso esos suelos son demasiado ácidos por la deposición de materiales que contienen aluminio, lo que eleva el contenido de aluminio en el suelo, además los suelos brasileños son ácidos (PEDRON & DALMOLIN (17)).

Los suelos urbanos están constituidos con pH entre 5,5 a 6,5, los cuales son considerados levemente ácidos y promueven un buen crecimiento para los árboles, que involucra la disponibilidad de nutrientes y la absorción de los mismos. En el pH con valor por debajo de 5,0, los nutrientes esenciales no se encuentran disponibles en cantidad suficiente para la absorción por las raíces primarias, necesitando, muchas veces, corrección de su fertilidad (TATTAR (23)).

De esta forma, Biondi & Althaus (4) afirman que otros aspectos ocurren en el medio urbano, como la impermeabilización, basura y ausencia de cobertura, lo que acarrea, principalmente, en la declinación del pH del suelo, haciéndolo ácido, interrumpiendo ciclos de nutrientes, que modifican la actividad de los microorganismos, alterando el régimen de temperatura y disminuyendo la disponibilidad de nutrientes de forma adecuada para las plantas, lo cual promueve la pérdida de vigor de los árboles urbanos, posibilitando consecuentemente, mayor susceptibilidad a la presencia de patógenos. La disponibilidad de elementos minerales presentes en el suelo estimula el crecimiento equilibrado de los árboles, pues presenta una solución del suelo con mejores condiciones para la realización de las interacciones suelo-planta que reducen el estrés de los ejemplares. Sin embargo, los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio generalmente se encuentran en desequilibrio, debido a la elevada solubilidad de sus formas químicas, siendo especialmente sujetos a lixiviación por las condiciones presentadas de los suelos urbanos. Los

micronutrientes constituidos por zinc, hierro, boro, cobre y molibdeno están generalmente balanceados en el suelo urbano (HARRIS *et al.* (12)).

Los parámetros ideales para poner a disposición los nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio se componen de rango de pH entre 6,0 y 7,5, siendo de difícil presencia en medios urbanos, pues estos locales contemplan suelos sin horizontes definidos y bastante heterogéneos. Pero cuando los suelos se vuelven muy ácidos, la mayoría de los nutrientes disponibles disminuyen drásticamente, debido a las relaciones existentes en la solución del suelo y la capacidad de intercambio de cationes (CTC). Sin embargo, los micronutrientes como manganeso y zinc, se vuelven más disponibles para la absorción del vegetal, debido a que sus cargas posibilitan mejores relaciones con el suelo (TROWBRIDGE & BASSUK (24), un hecho que, en algunos casos, la toxicidad, genera problemas en las raíces, muerte de las gemas y clorosis en las hojas, que reducen el vigor de los árboles ubicados en medio urbano.

Por lo tanto, al contemplar la constitución de la mayoría de los suelos urbanos presente en Brasil, se nota la escasez de recomendaciones de fertilización ideal para el ambiente urbano. En este contexto, a través de investigaciones analizando el vigor y el desarrollo de los árboles urbanos, se recomienda para el buen desarrollo y vigor de las mismas, que el suelo urbano contenga una densidad menor o igual a 1,3 g cm⁻³ (NIERI (21)), siendo importante disminuir esa densidad en la etapa de plantación, trabajando, de esa forma, con equipos para la apertura de cuevas en formato de semicírculo, base de 1,5 m y arco con altura de 0,6 m, para posibilitar mejor desarrollo del sistema radicular y, consecuentemente, menores problemas de enrollamiento de raíces y caída de árboles.

Otro punto con relevante atención en el aspecto urbano, hace referencia a la cuestión química del suelo, que se encuentra nula en relación a la recomendación de fertilización para suelos urbanos y para especies plantadas en ese ambiente, siendo necesario realizar mayores esfuerzos científicos sobre la influencia de los suelos en el desarrollo de los ejemplares, con el fin de asociar la fertilización de base (plantación) y cobertura, en el entorno, en caso necesario, conforme a evaluaciones periódicas de vigor, siendo éstas relacionadas con fitosanidad, realizaciones de inventarios de los árboles urbanos y la obtención de la relación suelo planta de estos.

El vigor de los árboles urbanos

En el arbolado urbano se tienen en cuenta algunas características de los árboles, siendo una de ellas la resistencia a plagas y enfermedades, las cuales están asociadas al estado nutricional en que la planta se encuentra, es decir, su vigor, que contempla mayor ciclo de vida y sanidad de los árboles urbanos (SANTOS & TEXEIRA (22)).

El vigor puede ser definido como robustez, fuerza,

energía y longevidad, estas denominaciones se relacionan con árboles que están bien nutridos y con presencia de copa viva, o sea, con un formato adecuado, vistoso y sanidad entre otros atributos (FERREIRA (11)).

De esta forma, tal conceptualización depende principalmente del pleno desempeño del sistema radicular y asimilación de nutrientes por las hojas a través de los procesos bioquímicos y fisiológicos, siendo que, para determinar si un individuo está con pleno vigor, una forma es el uso del análisis foliar y el análisis del producto donde el mismo está implantado.

El análisis foliar y del suelo son parámetros cuantitativos utilizados por Biondi (2), con gran importancia para la relación de nutrientes disponibles en el suelo y la cantidad de nutrientes absorbidos por los individuos. Se observa que el problema está asociado con la disponibilidad de nutrientes en el suelo o con la absorción de estos por el árbol. En el caso de los árboles urbanos, el manejo eficaz de las mismas y la creación de grupos de vigor, a través de las cuestiones abordadas por Brun (6) y Nieri (21).

De esta forma, en los medios científicos se observa la escasez de estudios sobre intervalos nutricionales adecuados para árboles en el medio urbano, los cuales según lo mencionado son esenciales como punto de observación del vigor o declinación de las mismas.

Con ello, la evaluación del estado nutricional no siempre se obtiene a partir de un solo elemento aislado, siendo que todos deben estar en cantidades adecuadas para el crecimiento y vigor del individuo (MALAVOLTA (18)).

En los estudios realizados sobre el crecimiento de los árboles en ambientes con estrés, Kozłowski (15), resalta que el crecimiento normal de los árboles urbanos requiere estrechas correlaciones con el proceso fisiológico involucrado en la síntesis o absorción de nutrientes, los cuales se integran en el tejido de crecimiento, siendo necesario, nutrientes, minerales y agua en cantidades adecuadas en el suelo urbano, para que el individuo esté bien nutrido y consecuentemente presente alto vigor.

Como forma de llevar a cabo tal vigor, se observa que los individuos ubicados en áreas urbanas están correlacionados con cuestiones que no involucran sólo los tratos y manejos adecuados, sino la concientización de la población, pues la misma, en muchos puntos, practica actos que promueven el desequilibrio de los individuos, siendo éstos conocidos como prácticas de depredación de árboles, a través de la colocación de clavos en su tronco, asignación de basureros, postes de iluminación con distancias que no favorecen su crecimiento, entre otros factores.

Agesta (1) dice que las acciones tales como hacer la poda errónea en los árboles urbanos es también un factor que puede reducir la fuerza, ya que causa la aparición de ramas epicórmicas, estos incidentes a darse en las copas de los árboles, la poda drástica de descenso o incluso otros tratos que promuevan alto grado de estrés para el individuo, donde ocurre una perturbación, perjudica la

función estructural, necesitando que esos individuos retiren nutrientes del suelo en mayores proporciones para promover la producción de brotes recuperando la biomasa perdida.

Como se remarcó, esta acción desempeñada por los árboles favorece la declinación del vigor y el aumento en la susceptibilidad a la patogenicidad, pues sus reservas serán utilizadas para la emisión de brotes, haciendo a los árboles urbanos objetivo fácil de ataques. Además de estos factores, se exalta que la declinación del vigor está relacionada con su estado nutricional.

Otro factor asociado a la interferencia del pleno vigor de los árboles urbanos es, según Kopinga (14), en muchas situaciones urbanas, la cantidad de suelo disponible para el crecimiento de las raíces de un árbol deja mucho que desear, pues los mismos se encuentran compactados y, las restricciones por la cantidad de objetos encontrados y por el espacio destinado a la implantación de los ejemplares.

En general, la difusión lateral del sistema de raíces es restringida por una elevada densidad del suelo, que limita la cantidad de oxígeno y agua, lo que acarrea en dificultad para la penetración de las raíces, afectando el desarrollo y, consecuentemente, el vigor de los individuos, porque en ambientes compactados las raíces secundarias no se desarrollan y perjudica la absorción de nutrientes para el pleno flujo de los mismos.

Se afirma que incluso con los niveles adecuados disponibles en el suelo e intervalos nutricionales, es fundamental que en el momento de la realización del monitoreo de los individuos urbanos la relación de los componentes químicos y físicos contenidos en el suelo estén asociados con las cuestiones del vigor aparente de los árboles urbanos como troncos, copas, raíces, riesgo de caída entre otros para agregar más variables y fortalecer la misma cuestión (Brun et al (5)).

Por lo tanto, un árbol bien nutrido y bien manejado es un individuo con mayores condiciones de permanecer un período más amplio en el ámbito urbano y generando por mayor tiempo beneficios ambientales y calidad ambiental a los centros urbanos, pues mientras que individuos en desequilibrio fisiológicos proporcionan una ventana abierta para el ataque de plagas y enfermedades pertinentes en el medio urbano, de origen generalmente patogénico. De esta forma, se resalta que las injurias están relacionadas con el vigor de los árboles urbanos, siendo ésta asociada con el estado físico de los árboles y su status nutricional.

Conclusiones

El vigor nutricional de los ejemplares arbóreos presentes en el ámbito urbano es considerado mejor cuando éstos están expuestos a suelos con compactación menor que $1,3 \text{ g cm}^{-3}$, áreas permeables y tratos silvícolas adecuados, siendo éstos oriundos de las podas efectuadas y del manejo sobre árboles urbanos.

Se necesita más estudios y conceptualización que den el fundamento necesario para que los gestores de árboles urbanos actúen directamente en cuestiones que favorezcan el vigor de los ejemplares y su consecuentemente mayor longevidad de los árboles implantados, minimizando así los costos para los órganos gestores y ampliando las funciones socioambientales de la presencia de árboles en condiciones vigorosas en el medio urbano.

Estos estudios deben actuar principalmente sobre aspectos físico-químicos de los suelos urbanos y de las condiciones requeridas por las diferentes especies arbóreas usadas en la implantación de la arborización urbana o con potencial uso en ese medio, siendo necesario para ello, la realización de alianzas con instituciones y órganos del gobierno, con el fin de incentivar la realización de investigaciones y consecuentemente leyes y políticas públicas que favorezcan a residencias que contemplan la utilización de pavimentos permeables y árboles vigorosos..

Referencias

1. **Agesta, G.** *Apuntes de plantación, poda y gestión estructural del arbolado urbano*. 1° ed. Valencia: Asociación española de arboriculture. 2009.
2. **Biondi, D.** *Caracterização do estado nutricional de *Acer negundo* L. E *Tabebuia chrysotricha* (Mart, ex DC.) Standl utilizadas na arborização urbana de Curitiba – PR. 1995*. 164 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Curitiba: Universidade Federal do Paraná – UFPR.
3. **Biondi, D.; Reissmann, C. B.** *Análise da composição química foliar do Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl) na arborização urbana de Curitiba, PR. Ciência Florestal*. v. 1. n:2: 153-159, 2002.
4. **Biondi, D.; Althaus, M.** 2005. *Árvores de rua de Curitiba cultivo e manejo*. 1° ed. Curitiba: FUPEF. 179p.
5. **Brun, E. J.; Rosa, S. F.; Roppa, C.; Schumacher, M. V.; Brun, F. G. K.** *Avaliação nutricional de espécies nativas utilizadas na arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria – RS*. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. v.7. n.1: 89-111, 2012.
6. **Brun, F. G. K.** *Avaliação do potencial de estoque de carbono por *Sibipiruna* (*Poucanella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiróz) na arborização viária de Maringá – PR. 2012*. 163 f. Tese (Doutorado em Ciências). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
7. **Craul, P.** *A description of urban soils and their desired characteristics*. Journal of Arboriculture. v. 11. n.11:130-139, 1985.
8. **Craul, P. J.** 1992. *Urban Soils in Landscape Design*. 1° ed. Cambridge: Massachusetts. 416p.
9. **Craul, P. J.** 1999. *Urban Soils: Applications and Practices*. 2°ed. Cambridge: Massachusetts. 370p.
10. **Corbalá, R. T.; Slater, B.** *Soil Compaction Effects on the Establishment of Three Tropical Tree Species*. Arboriculture e Urban Forestry. v: 36. n. 4: 164-170, 2010.
11. **Ferreira, A. B. H.** 2006. *Dicionário da língua portuguesa*. Curitiba: Positivo. 960p.
12. **Harris, R. et al.** 2004. *Arboculture: Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*. New Jersey: Pearson Education. 592p.
13. **Ker, J. C.** *Latosolos do Brasil: uma revisão*. GEONOMO; v: 1. n:5: 17-40, 1995.
14. **Kopinga, J.** *The effects of restricted volumes of soil on the growth and development of street trees*. Journal of Arboriculture, v: 17 n:3 : 57-63, 1991.
15. **Kozłowski, T.T.** *Tree growth in response to environmental stresses*. Journal of Arboriculture, v: 11. n:4: 97-111, 1985.
16. **Paiva, A.V. et al.** *Inventário e diagnóstico da arborização urbana viária de Rio Branco, AC*. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. v: 5. n:1: 144-159, 2010.
17. **Pedron, F.A. & Dalmolin, R.S.D.** 2002. *Caracterização e manejo de solos urbanos*. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais, 4p.
18. **Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A.** *Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 201p. 1997.
19. **Maus V.W. et al.** 2007. *Pavimentos permeáveis e escoamento superficial da água em áreas urbanas*. In: Anais do I simpósio de recursos hídricos do norte e centro-oeste. Resumo. Cuiabá. 18p. (CD-ROM).
20. **Morgentoth, J.** *Root Growth Response of *Platanus orientalis* to Porous Pavements*. Arboriculture e Urban Forestry. v:37. n:2: 45-50, 2011.
21. **Nieri, E. M.** *Vigor nutricional de espécies arbóreas da arborização viária do bairro Margarida Galvan – Dois Vizinhos/PR. 2013*. 98f. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal). Dois Vizinhos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
22. **Santos, Z. R. N.; Texeira, F. I.** *Arborização de vias públicas: Ambiente x Vegetação*. Instituto Souza Cruz. Porto Alegre: Pallotti. 136p. 2001.
23. **Tattar, T.** *Diseases of Shade Trees*. 1ª ed. Amherst: Academic press. 360p. 1978.
24. **Trowbridge, P. & Bassuk, N.** *Trees in the urban landscape*. New Jersey: Copyright. 288p. 2004.
25. **Whitlow, T. & Bassuk, N.** *Trees in difficult sites*. Journal of Arboriculture; v. 13; n:1:10-17. 1987.

Recibido: 18/04/2016

Aprobado: 14/05/2018.