



1) Título del Curso: “Silvicultura Urbana”

2) Unidades de Créditos Académicos (UCAs) que otorga: 3 UCAs – 45 Hs

3) Número de inscriptos admisibles o cupo: Mínimo de 10 y máximo de 30 alumnos

4) Docentes responsables:

M Sc. Ing. Agr. Buyatti, Marcela Alejandra – Dr. Ing. Ftal. Damián César Castro

5) Docentes del curso

M. Sc. Buyatti, Marcela Alejandra
Dr. Damián Castro
Dra. Jonicélia Araújo
Dra. Roxana Maumary
Dr. Roberto Scotta
Dr. Eleodoro del Valle
Dra. Cecilia Curis
Dra. Eliana Exner
M. Sc. Luciano Roussy

6) Destinatarios

Ing. Agrónomos, Ing. Forestales, y carreras afines. Estudiantes de posgrado de maestría y doctorado.

7) Justificación

El bosque urbano aporta servicios tangibles e intangibles para los ciudadanos de una localidad determinada. En el caso de poblaciones urbanas, independientemente del tamaño de la misma, genera beneficios vinculados con:

- Las condiciones meteorológicas dentro de la ciudad ya que, por medio de sus efectos sobre la atenuación de la velocidad del viento y de la radiación solar interceptada, se logra una estabilización de la temperatura, beneficiando los hogares de los vecinos.



- La disminución de la contaminación del ambiente urbano al absorber dióxido de carbono y otros compuestos nocivos para los seres humanos tanto por la corteza como por las hojas y también al disminuir los ruidos.
- El embellecimiento del paisaje, al modificar la arquitectura del paisaje, realizando lugares con poco atractivo arquitectónico.
- Refugio de fauna que, mediante sus colores, cantos o sonidos, embellecen el ámbito urbano en diferentes maneras.
- El bienestar de la población: ya que impacta profundamente en el estado de ánimo y las emociones de los seres humanos al crear sensación de relajamiento y bienestar, y funciona como sitios de reunión e interacción social, lo que contribuye al desarrollo de las condiciones físicas y mentales de la población, mediante la recreación, el juego, el deporte, el arte, etc.

Sin embargo, la ausencia de manejo del bosque urbano, o su instrumentación inadecuada, produce una pérdida parcial de su funcionalidad, ocasionando problemas y aumentando la peligrosidad de los árboles tanto sobre las personas, como sobre los bienes públicos y privados. Como ejemplo, se puede citar la rotura de veredas, obstrucción de desagües, roturas de cables o frentes de edificios, oscurecimiento de calles por proyección de sombras, falta de sombra durante el verano, obstrucción del tránsito peatonal y vehicular y el daño directo sobre personas y/o bienes por vuelcos y/o caída de ramas, producidos por la plantación de especies inadecuadas, un diseño ineficiente del bosque urbano y/o una mala implementación de las tareas silviculturales necesarias. Por otro lado, la peligrosidad de un árbol, sus efectos negativos y el riesgo de que ocasionen daños, son cuestiones que pueden preverse mediante un inventario del arbolado y corregirse, mitigarse o eliminarse mediante la formulación de un plan de manejo a partir de la información generada por el inventario. El plan de manejo, supone una estructura organizada que conjuga, de la mejor manera posible, la potencialidad ecológica del ambiente urbano, las necesidades agroecológicas de las especies, las demandas sociales, el valor y funcionalidad paisajística, la infraestructura existente y el marco regulatorio, para efficientizar los recursos (monetarios, humanos y de capital) y el tiempo de ejecución de las tareas bajo normas adecuadas de higiene y seguridad en el trabajo.

El manejo del bosque urbano requiere, entonces, del conocimiento de las especies más apropiadas, de la ecofisiología de las mismas, de los impactos positivos y negativos del arbolado, de las diferentes tareas silviculturales (tales como podas, fertilización, prevención y control fitosanitario), y su adecuada aplicación bajo normas de seguridad e higiene en el trabajo y de correcta obtención de la información necesaria para la construcción de un plan de gestión. Por todo lo anterior, se hace necesario contar con profesionales idóneos

capaces de planear, dirigir y realizar las diferentes actividades tendientes a garantizar el buen estado del arbolado. Por otro lado, es necesario formar recursos humanos en posgrado en este tema, para enriquecer la generación de información básica y aplicada a nivel nacional.

8) Objetivos

Profundizar en el conocimiento de los conceptos teóricos, herramientas y técnicas más apropiadas para la gestión del bosque urbano y de las zonas verdes urbanas, con el fin de aumentar su funcionalidad y belleza, maximizando los múltiples servicios de la vegetación y minimizando sus riesgos potenciales sobre las personas y a la infraestructura no verde.

9) Programa

Módulo 1: El bosque urbano y sus tratamientos silviculturales

- 1) Ecofisiología del bosque urbano. Fisiología del crecimiento secundario. Formación de tejidos (parénquima axial y radial, vasos, fibras, fibrotraqueidas). Transporte y almacenamiento de reservas. Diferencias entre especies caducifolias y perennifolias en cuanto a transporte y almacenamiento de nitrógeno y carbono. Efecto del estrés sobre reservas en base anual y plurianual.
- 2) Identificación y selección de especies aptas para arbolado urbano: en función del tamaño, capacidad alergénica, susceptibilidad a plagas y enfermedades, producción de frutos no deseados, rusticidad y respuesta a la poda, valor paisajístico, etc. Especies nativas potencialmente aptas para arbolado urbano.
- 3) Compartimentación de la pudrición de la madera en árboles (CODIT; *Compartmentalization of Decay In Trees*). Crecimiento de árboles sanos. Barreras pre-existentes en árboles sanos. Respuesta de árboles enfermos; formación de zonas de reacción, activación de barreras pre-existentes, formación de barreras “de novo”, cerramiento de heridas. El modelo CODIT y su implicancia en las operaciones de mantenimiento y diagnóstico de riesgo en árboles.
- 4) Estimación del riesgo en Árboles. Implicancias legales del riesgo en árboles. Concepto de peligro, exposición y riesgo. Principios de manejo de riesgos. Tipos de riesgos asociados a los árboles. Tipos de evaluación del riesgo. Defectos y desordenes que aumentan el riesgo. Fuerzas que actúan sobre el árbol y resistencia del árbol. Evaluación cuantitativa; Método TRAQ (ISA),



método USDA. Evaluación cualitativa; Método TRACE (ISA). Estrategias de Mitigación.

- 5) Poda del arbolado urbano. Fisiología de la poda. Tipos de poda. Intensidad y momento de poda en función del ciclo de vida plurianual y anual en especies caducifolias y perennifolias. Seguridad e higiene en el trabajo.

Módulo 2: Plagas y enfermedades frecuentes en el bosque urbano y su manejo

- 1) Características generales de las plagas más importantes del bosque urbano: Identificación, ciclo, daños, etc.
- 2) Características generales de las enfermedades más importantes del bosque urbano: Identificación, ciclo y daños causados por enfermedades de la copa, la madera y la raíz.
- 3) Prevención y manejo de plagas y enfermedades. Productos fitosanitarios formulados para su control en el bosque urbano.
- 4) Plantación. Espaciamiento. Calidad de plantines. Preparación del sitio. Cuidados iniciales (Control de hormigas, roedores, malezas, tutorado, riego, etc.).

Módulo 3: Gestión del bosque urbano

- 1) Infraestructura verde Urbana. El problema de las mega-ciudades. El rol del arbolado urbano en la ciudad. Tipología vegetal en el diseño del arbolado urbano de alineación. Conflictos entre la infraestructura verde y la infraestructura aérea y subterránea. Mitigación de conflictos. Marco regulatorio del arbolado público con énfasis en la provincia de Santa Fe.
- 2) Toma de datos como insumo para la gestión del bosque urbano. Estructura del bosque; composición (Especies, DAP, altura), estado (Riesgo y/o sanidad), Ubicación, condiciones de sitio. Censo versus muestreo. Exactitud y precisión. Objetivos de la toma de datos. Tipos de muestreo. Variables cuantitativas continuas, variables binomiales, variables multinomiales. Calculo del tamaño de muestra para variables normales, binomiales y multinomiales. Aplicaciones del censo y del muestreo en la gestión del bosque urbano.
- 3) Aspectos generales para la formulación de un plan de manejo del arbolado urbano. Plan forestal rector. Plan forestal operativo. El proceso de pre-planificación. El proceso de planificación; diagnóstico inicial, definición de objetivos, definición de las estrategias y las tácticas, mecanismos de control. Estudio de casos prácticos.



10) Actividades Prácticas

- 1) Reconocimiento de la peligrosidad de un árbol y aplicación de metodologías de estimación de riesgos en árboles sobre casos concretos. Análisis de las estrategias de mitigación para cada caso. Aspectos a tener en cuenta para la elaboración del informe correspondiente.
- 2) Estudios de casos referidos a gestión del bosque urbano.
- 3) Resolución de dos cuestionarios de práctica.

11) Cronograma de dictado y duración del curso

Cronograma	TEMAS
Día 1 (Teórico)	Presentación del Curso Ecofisiología del bosque urbano.
	Determinación de riesgos. Utilización de la información generada.
	CODIT - Compartmentalization of Decay In Trees
	Fisiología de la poda. Tipos de podas aplicadas al arbolado urbano.
	Herramientas adecuadas. Seguridad e higiene en el trabajo.
Día 2 (Teórico – Práctico)	Identificación y selección de especies aptas para arbolado urbano.
	Especies nativas potencialmente aptas para arbolado urbano
	Práctica de Determinación de Riesgo
	Evaluación de Riesgo: Presentación de casos
Día 3 (Teórico)	Repaso: CODIT
	Características generales de las plagas más importantes del bosque urbano: Identificación, ciclo, daños, etc.
	Características generales de las enfermedades más importantes del bosque



	urbano: Identificación, ciclo y daños causados por enfermedades de la copa, la madera y la raíz.
	Prevención y manejo de plagas y enfermedades. Productos fitosanitarios formulados para su control en el bosque urbano. Control de plagas en plantación
	Plantación. Espaciamiento. Calidad de plantines. Preparación del sitio.
Día 4 (Teórico)	Infraestructura verde Urbana. El problema de las mega-ciudades.
	El rol del arbolado urbano en la ciudad. Marco regulatorio del arbolado público.
	Impactos del crecimiento del árbol sobre la infraestructura urbana aérea y subterránea
	Inventario del arbolado urbano.
Día 5 (Teórico – Práctico)	Modelo de gestión del arbolado de alineación.
	Presentación de Papers
	Aspectos generales para la formulación de un plan de manejo del arbolado urbano. Planificación estratégica.

12) Número de horas teóricas: 30 Hs

13) Número de horas prácticas y seminarios: 15 Hs

14) Sistema de Evaluación

- 1) Durante el cursado se realizará la evaluación e interpretación de publicaciones internacionales. Los alumnos tendrán acceso a “papers” de un tema a definir para su lectura e interpretación y posterior discusión y presentación frente al aula. Esto se realizará en forma grupal, de manera de integrar los saberes y experiencias de cada uno de los integrantes. Los “papers” se entregarán el primer día de cursado y se realizará la presentación el último día.
- 2) Al finalizar el curso se realizará un examen final a distancia, a través del Entorno Virtual Moodle de la UNL. El mismo constará de 50 preguntas verdadero-falso que abarcaran equitativamente todos los temas del



programa, con un solo intento posible. Se dispondrá de 30 segundos por pregunta, por lo que el examen durará 25 a 30 minutos. Para minimizar la posibilidad de fraude, se aleatorizará el orden de las preguntas y el modo de navegación será secuencial y solo se podrá ver el resultado de cada pregunta al finalizar el intento. Además el examen se enviará automáticamente al finalizar el tiempo de resolución del mismo. Dado que se considera aprobado el curso cuando el alumno obtiene un puntaje igual o mayor al 60 % de la nota posible, el número de preguntas hace que solo el 5% de los participantes puedan aprobar por azar. Los alumnos que no hubieren alcanzado este puntaje tendrán derecho a un examen recuperatorio, bajo las mismas condiciones que el examen final, con un set de preguntas distinto (ya que el banco de preguntas cuenta con 150 preguntas). En los casos en que no sea aprobado el examen recuperatorio el alumno será declarado libre y deberá realizar nuevamente el curso.

15) Referencias Bibliográficas

- Balder, H. 1999. Mechanical Root Injuries - Compartmentalisation, Pruning and Wound Dressing. *Acta Horticulturae*: 239-244 [en línea] Disponible en: http://www.actahort.org/books/496/496_30.htm. Acceso: 30/11/2016.
- Bussotti, F.; Pollastrini, M.; Killi, D.; Ferrini, F. y Fini, A. 2014. Ecophysiology of urban trees in a perspective of climate change. *ResearchGate* 58 [en línea] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272676801_Ecophysiology_of_urban_trees_in_a_perspective_of_climate_change. Acceso: 23/11/2016.
- Chisholm, J. (ed.). 2000. 3.^a ed. Nueva Enciclopedia de Plantas y Flores. Grijalbo Mondadori, S.A. Barcelona, Spain. 744 pp.
- Clair-Maczulajtys, D.; Le Disquet, I. y Bory, G. 1999. Pruning Stress: Changes in the Tree Physiology and Their Effects on the Tree Health. *Acta Horticulturae*: 317-324 [en línea] Disponible en: http://www.actahort.org/books/496/496_39.htm. Acceso: 30/11/2016.
- Comery, W.R. 2007. Tree roots versus sidewalks and sewers. En: Kuser, J.E. (ed.). *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer. p. 227–242.
- Coombes, A. 1992. 1^a ed. Manuales de Identificación: Árboles. Dorling Kindersley Limited. London, UK. 320 pp.
- D'Amato, N.E.; Davis Sydnor, T.; Hunt, R. y Bishp, B. 2002. Root growth beneath sidewalks near trees of four genera. *Arboriculture and Urban Forestry* 28: 283-290 [en línea] Disponible en: <http://joa.isa-arbor.com/request.asp?JournalID=1&ArticleID=64&volume=28&issue=6&Type=1>. Acceso: 31/08/2016.



- Drènou, Ch. 2011. La poda de los árboles ornamentales. Del por qué al cómo. Ediciones Mundi Prens. Madrid – México. 264 pp.
- Dujesiefken, D.; Fay, N.; De Groot, J. y Berker, N. 2016. 1 ed. Tree care throughout their lifespan. En: Witkos-Gnach, K.; Tyszkochmielowiec, P. (eds.). Trees – a Lifespan Approach. Contributions to arboriculture from European practitioners. Fundacja EkoRozwoju. Wrocław, Poland.
- Edberg, R. y Berry, A. 1999. Patterns of structural failures in urban trees: Coast live oak (*Quercus agrifolia*). *Journal of Arboriculture* 25: 48–55 [en línea] Disponible en: <http://ucanr.edu/sites/treefail/files/92714.pdf>. Acceso: 26/10/2016.
- Flora Argentina. (s.f.). En: <http://www.floraargentina.edu.ar/>. Acceso: 01/12/2016.
- Flückiger, W. y Braun, S. 1999. Stress Factors Of Urban Trees And Their Relevance For Vigour And Predisposition For Parasite Attacks. *Acta Horticulturae*: 325-334 [en línea] Disponible en: http://www.actahort.org/books/496/496_40.htm. Acceso: 30/11/2016.
- Ganci, C. 1995. Novedades sobre plagas del arbolado público urbano de Mendoza. *Multequina* 4: 89-92 [en línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42800410>. Acceso: 01/12/2016.
- Ganci, C.V. 2010. *Oncideres germari* Thomson (Cerambycidae-Coleoptera) nueva plaga urbana de Mendoza y San Juan. *Multequina* 19 [en línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42818826002>. Acceso: 01/12/2016.
- Grey, G.W. y Deneke, F.J. 1992. 2ª ed. *Urban Forestry*. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, USA. 399 pp.
- Guía de productos fitosanitarios. 2015. 16.ª ed. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Buenos Aires, Argentina. 1200 pp.
- Guillot, O. y Bory, G. 1999. Trunk Insertion: A Solution to Urban Trees Chemical Protection? *Acta Horticulturae*: 137-146 [en línea] Disponible en: http://www.actahort.org/books/496/496_17.htm. Acceso: 01/12/2016.
- Heredia, F.; Morera, G.; Robledo, G.; Cagnolo, L. y Urcelay, C. 2014. Interacciones entre hongos de la madera (Agaricomycete) y árboles nativos y exóticos de un ecosistema urbano (Córdoba, Argentina). *Bosque (Valdivia)* 35: 391-398 [en línea] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-92002014000300013&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Acceso: 01/12/2016.
- Hiruki, C. y Wang, K.R. 1999. *Phytoplasma* Diseases of Urban Tree and Shrub Species in Western Canada. *Acta Horticulturae*: 55-62 [en línea] Disponible en: http://www.actahort.org/books/496/496_5.htm. Acceso: 01/12/2016.
- Koeser, A.; Hauer, R.; Norris, K. y Krouse, R. 2013. Factors influencing long-term street tree survival in Milwaukee, WI, USA. *Urban Forestry & Urban Greening* 12: 562-568 [en línea] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866713000575>. Acceso: 09/09/2016.



- McBride, J. 2008. A Method for Characterizing Urban Forest Composition and Structure for Landscape Architects and Urban Planners. *Arboriculture & Urban Forestry* 34(6): 359-365.
- Michau, E. 1996. Reimpresión. La poda de los árboles ornamentales. Mundiprensa. Madrid, Spain. 316 pp.
- Millard, P. y Grelet, G. 2010. Nitrogen storage and remobilization by trees: ecophysiological relevance in a changing world. *Tree Physiology* 30: 1083-1095.
- Millard, P.; Hester, A.; Wendler, R. y Baillie, G. 2001. Interspecific defoliation responses of trees depend on sites of winter nitrogen storage. *Functional Ecology* 15: 535-543.
- Morgenroth, J. 2008. A review of root barrier research. *Arboriculture & Urban Forestry* 34: 84-88 [en línea] Disponible en: <http://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/5018>. Acceso: 07/10/2016.
- Nielsen, A.B.; Östberg, J. y Delshammar, T. 2014. Review of Urban Tree Inventory Methods Used to Collect Data at Single-Tree Level. *Arboriculture & Urban Forestry* 40(2): 96-111 [en línea] Disponible en: .
- Nowak, D.; Crane, D.; Stevens, J.; Hoehn, R.; Walton, J. y Bond, J. 2008. A Ground-Based Method of Assessing Urban Forest Structure and Ecosystem Services. *Arboriculture & Urban Forestry* 34(6): 347-358.
- Nowak, D.J. y Dwyer, J.F. 2007. Understanding the Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems. En: Kuser, J.E. (ed.). *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer Netherlands. p. 25-46.
- Pallardy, S.G. 2008. 3 ed. *Physiology of Woody Plants*. Elsevier Inc. USA. 454 pp.
- Pretzsch, H.; Biber, P.; Uhl, E.; Dahlhausen, J.; Rötzer, T.; Caldentey, J.; Koike, T.; Van Con, T.; Chavanne, A.; Seifert, T.; Toit, B. DU; Farnden, C. y Pauleit, S. 2015. Crown size and growing space requirement of common tree species in urban centres, parks, and forests. *Urban Forestry & Urban Greening* 14: 466-479.
- Randrup, T.B.; McPherson, E.G. y Costello, L.R. 2001. A review of tree root conflicts with sidewalks, curbs, and roads. *Urban Ecosystems* 5: 209-225 [en línea] Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1024046004731>. Acceso: 09/09/2016.
- Robles, C.A.; Lopez, S.E. y Carmarán, C.C. 2015. Basidiomicetes endofíticos de madera en *Platanus acerifolia* (Platanaceae) de Argentina: notas y estudios de cultivo. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 50: 437-445 [en línea] Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/12907>. Acceso: 01/12/2016.
- Rodríguez Fischer, C. (ed.). 1996. 1.ª ed. *Manual de Identificación: Arbustos y plantas trepadoras*. La Isla. Buenos Aires, Argentina. 336 pp.
- Root Pruning and Stability of Young Willow Oak. 2008. *Arboriculture & Urban Forestry* 34: 123-128.



- Shigo, A.L. 1984. Compartmentalization: A Conceptual Framework for Understanding How Trees Grow and Defend Themselves. *Annual Review of Phytopathology* 22: 189-214 [en línea] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.py.22.090184.001201>. Acceso: 09/09/2016.
- Smiley, E.T.; Fraedrich, B.R. y Fengler, P. 2007. Hazard Tree Inspection, Evaluation, and Management. En: Kuser, J.E. (ed.). *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer Netherlands. p. 277-294.
- Smith-Fiola, D. 2007. Integrated Pest Management. En: Kuser, J.E. (ed.). *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer. p. 295–322.
- Terho, M. y Hallaksela, A.-M. 2005. Potential hazard characteristics of *Tilia*, *Betula*, and *Acer* trees removed in the Helsinki City Area during 2001–2003. *Urban Forestry & Urban Greening* 3: 113-120 [en línea] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866704000202>. Acceso: 25/02/2016.
- Whitlow, T.H. y Bassuk, N.L. 1988. Ecophysiology of Urban Trees and Their Management - The North American Experience. *HortScience* 23: 542-546 [en línea] Disponible en: [http://www.hort.cornell.edu/uhi/research/articles/hortsci23\(3\).pdf](http://www.hort.cornell.edu/uhi/research/articles/hortsci23(3).pdf). Acceso: 23/11/2016.
- Wolowicz, R.S. y Gera, M. 2007. Tree inventory and systematic management. En: Kuser, J.E. (ed.). *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer. p. 119–131.