

Infraestructura verde urbana: valoración del impacto de los bosques urbanos en los partidos de La Costa, Pinamar y Villa Gesell (provincia de Buenos Aires, Argentina)

Urban green infrastructure: assessing the impact of urban forests in the districts of La Costa, Pinamar and Villa Gesell (Buenos Aires province, Argentina)

Gerardo Denegri*

Curso de Economía y Legislación Forestal, Departamento de Desarrollo Rural y Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata

<https://orcid.org/0000-0003-2986-8295>

Gustavo Acciaresi

Docente Investigador del Curso de Introducción a la Administración, Departamento de Desarrollo Rural y Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata

<https://orcid.org/0000-0001-7621-1494>

Revista de la Facultad de Agronomía

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

ISSN: 1669-9513

Periodicidad: Continua

vol. 124, 2025

redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar

Recepción: 30 de marzo 2024

Aprobación: 14 julio 2024

Publicación: septiembre 2025

URL: <http://portal.amelica>

DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e149>

*Autor de correspondencia: gdenegri@agro.unlp.edu.ar



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-No Comercial-CompartirIgual 4.0 internacional

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estimar el valor anual generado por el componente arbóreo de la infraestructura verde urbana en los partidos de La Costa, Pinamar y Villa Gesell (provincia de Buenos Aires, Argentina) y cuantificar el beneficio financiero asociado a algunas acciones de su manejo, aplicando las ecuaciones hedónicas ya publicadas por los autores. Se construyó un modelo que relaciona la cobertura arbórea, el número de viviendas, los valores de alquileres temporales y el coeficiente de dos funciones hedónicas: una del tipo lineal y otra logarítmica lineal (log-lin). La cobertura arbórea se calculó a partir de 200 parcelas obtenidas de imágenes satelitales. Se estudió también el efecto financiero resultante de dos acciones de manejo del recurso, empleando un análisis del tipo beneficio costo mediante dos simulaciones: plan de arbolado urbano y emprendimiento inmobiliario. El valor obtenido del componente arbóreo para los tres partidos oscila entre 92.075.918 y 126.937.710 USD anuales. El manejo del recurso con el modelo lineal arroja un VAN que fluctúa entre 12.700 y 16.300 USD/ha y una TIR entre 44 y 23%; el modelo log-lin genera un VAN entre 4.200 y 5.700 USD/ha y una TIR entre 18 y 29%. Se concluye que el componente arbóreo aumenta el valor de la infraestructura verde urbana, mostrando una percepción favorable a la inclusión del árbol en los ambientes urbanos costeros, dados los efectos positivos en la actividad turística, en particular, y la sociedad, en general, a través de los servicios ecosistémicos provenientes de los bosques urbanos.

Palabras clave: valoración ambiental, turismo, manejo forestal, cobertura arbórea, análisis financiero.

Abstract

The objective of this work was to estimate the annual value generated by the tree component of the urban green infrastructure in the districts of La Costa, Pinamar and Villa Gesell (Buenos Aires province, Argentina) and to quantify the financial benefit associated with some actions of its management, applying the hedonic equations already published by the authors. A model was constructed that relates tree cover, number of dwellings, temporary rental values and the coefficient of two hedonic functions: one linear and the other log-linear (log-lin). Tree cover was calculated from 200 plots obtained from satellite images. The financial effect resulting from two resource management actions was also studied, using a benefit-cost analysis through two simulations: urban tree plan and real estate development. The value obtained for the tree component for the three districts ranges between 92,075,918 and 126,937,710 USD per year. Resource management with the linear model yields an NPV that fluctuates between 12,700 and 16,300 USD/ha and an IRR between 44 and 23%; the log-lin model generates an NPV between 4,200 and 5,700 USD/ha and an IRR between 18 and 29%. It is concluded that the tree component increases the value of urban green infrastructure, showing a favorable perception by inclusion of trees in coastal urban environments, given the positive effects on tourism, in particular, and society, in general, through the ecosystem services provided by urban forests.

Key words: environmental assessment, tourism, forest management, tree cover, financial analysis

INTRODUCCIÓN

La Costa Atlántica de la provincia de Buenos Aires (Argentina) constituye la principal región turística de la Provincia de Buenos Aires. Su posicionamiento se sustenta en la oferta de atractivos naturales y culturales, los que a partir del proceso de valorización han facilitado la configuración de espacios receptores y emisores vinculados mediante la presencia del transporte ferroviario, automotor y aéreo (Benseny, 2021). Dentro de ella, los partidos de La Costa, Pinamar, y en mucha menor medida Villa Gesell, constituyen la región que más incremento poblacional experimentó en los últimos 12 años (período 2010-2022) con un 42,32% en conjunto (Tabla 1), frente al dato nacional (12,89%); tal crecimiento genera nuevos desafíos ambientales y sociales (Diario La Nación, 2023).

Así, existen diferencias en cuanto al grado de planificación, en general, y del desarrollo de plantaciones forestales (mayoritariamente del género *Pinus*) para la fijación de dunas. En particular, estas áreas se han consolidado por su atractivo turístico y la generación de espacios con mayor o menor riqueza arbórea. Esta circunstancia ha influido en la valorización diferencial del sector turístico en estas tres localidades, tal como plantean Denegri et al. (2018) en cuanto al empleo del método de precios hedónicos para valorizar los servicios ecosistémicos de origen forestal. Sin embargo, la misma ausencia de planificación a largo plazo, el escaso manejo de las masas forestales, los cambios de uso del suelo y el impacto real del cambio climático, configura un nuevo paradigma de análisis en el que el balance de los aspectos positivos y negativos del rol de los bosques urbanos en estos ambientes costeros debe ser resignificado y analizado con herramientas que incluyan, también, las nuevas demandas de la sociedad, incluyendo la consideración de estar ante un nuevo paisaje que no debe ser analizado sin las percepciones de todos los actores de la región, estén o no en el sector turístico, y a favor o en contra de la implantación de especies exóticas. Prueba de ello es la generación de nuevo conocimiento científico relacionado al impacto de las plantaciones forestales en diversos componentes de los ecosistemas como suelo y vegetación (Jara, 2021; Yezzi, 2019).

Los Servicios de los Ecosistemas Urbanos (SEU) conforman un nuevo concepto que guía la planificación, diseño y gestión de los paisajes urbanos para tender a la sostenibilidad (Tan et al., 2020). Previamente, Terradas et al. (2011), ya plantearon el estudio de los ecosistemas urbanos desde el concepto de la "ecología de la ciudad, entendida como el estudio de los ecosistemas urbanos, sin ocuparnos de la ecología de organismos particulares que tienen su hábitat en un entorno urbano".

Asimismo, el marco conceptual que sustenta este trabajo debe completarse con la aplicación de algunas de las últimas definiciones de bosque urbano: conjunto de árboles y otras plantas leñosas en áreas urbanas, junto con los seres vivos y no vivos que interactúan con ellos (Vázquez Arceo et al., 2024, citando a Brooke et al., 2023), quienes expresan que un bosque urbano es una colección de plantas leñosas ubicadas en una ciudad (árboles, arbustos y matorrales) que crecen dentro y alrededor de áreas urbanas. Estas definiciones se alejan sustancialmente de la idea "por la negativa", empleada inicialmente en algunas publicaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), aludiendo a "árboles fuera del bosque" ("árboles en tierras que no pertenecen a la categoría de bosques -o tierras forestales- ni a la de otras tierras boscosas"), con carácter de "neologismo" en 1995 (Bellefontaine et al., 2002). A fines del siglo XX diferentes autores plantearon la necesidad de resignificar el concepto, aludiendo a la "silvicultura urbana" (Kuchelmeister y Braatz, 1993), aunque la referencia a "árboles fuera del bosque", continuó apareciendo, al menos como título, en algunas publicaciones de FAO (Carucci, 2000). Posteriormente, el concepto de bosque urbano es plenamente asumido por FAO en la segunda década del siglo XXI, enfoque desarrollado con amplitud en el número temático de la revista *Unasylva*, denominado "Bosques y Ciudades Sostenibles" (Borelli, S. et al., 2018; Calaza et al., 2018; Cariñanos et al., 2018; Castro et al., 2018; Dobbs et al., 2018; Jim, 2018; Nagabhatla et al., 2018; Nowak, 2018; Konijnendijk et al., 2018).

Complementariamente, se entiende como infraestructura verde urbana (IVU) a las redes naturales, semi-naturales y totalmente antropizadas de los ecosistemas presentes dentro y alrededor de las zonas urbanas (Tzoulas et al., 2007), incluyéndose como componente principal a los bosques y el arbolado urbano. Como se infiere, los tres conceptos (servicios ecosistémicos de origen urbano, bosques urbanos e infraestructura verde urbana) se encuentran muy vinculados. En efecto, la IVU ofrece numerosos servicios relacionados a la calidad de vida de los habitantes como reducción de la contaminación del aire, regulación de la hidrología urbana, atenuación de ruidos, recreación, entre otros aspectos; generando ambientes favorables para la mejora de la salud de las personas y la sociedad, en general.

Cuantificar estos servicios desde la Ciencia Económica constituye un desafío para llevar a cabo una mejor planificación del desarrollo de estos ambientes urbanos, particularmente en aquellas situaciones como los servicios ambientales de los bosques, colectivo sustancialmente más difícil de medir y valorar, y para el cual no hay, aún, precios de mercado. Particularmente, es posible completar esta idea siguiendo a Arrow (1986), quien plantea que “cuando no existe mercado hay un vacío de información para la toma de decisiones de los individuos, que ha de completarse con algún tipo de conjetura”. El desafío es, pues, encontrar y validar las técnicas que permitan limitar o evitar una asignación de recursos que no sea la óptima, afectada, también, por los sesgos de distinto origen en la toma de decisiones. En este marco, por ejemplo, el análisis beneficio costo de un proyecto es una de las principales formas de tomar decisiones mediante la incorporación de los resultados obtenidos en la valoración. Boyacigil y Altunkasa (2007), por ejemplo, aplican el método de precios hedónicos incorporado en un análisis beneficio costo para valorar mejoras en áreas verdes en Turquía. Kuroda y Sugawara (2023), por su parte, aplican el método de precios hedónicos en un análisis beneficio costo con el objeto de valorar mejoras en áreas verdes en Turquía y Japón, respectivamente.

Este trabajo valoriza los servicios de los bosques que forman parte de la infraestructura verde urbana y el impacto financiero de su manejo en la región comprendida por los partidos de La Costa, Pinamar y Villa Gesell de la provincia de Buenos Aires y adopta como hipótesis que el desarrollo del componente arbóreo aumenta el valor de la IVU.

El objetivo de este trabajo fue estimar el valor generado por el componente arbóreo de la infraestructura verde urbana en los partidos de La Costa, Pinamar y Villa Gesell y cuantificar el beneficio financiero asociado a algunas acciones de su manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los tres partidos analizados (La Costa, Pinamar y Villa Gesell) tienen en conjunto una superficie de 547 km² y una población al año 2022 de 183.731 habitantes (INDEC, 2023). En la Tabla 1 se presenta el detalle por partido con su correspondiente evolución.

TABLA 1
Evolución de la población de los partidos analizados (2010-2022). Fuente: INDEC (2023).

Partido	Superficie km ²	Año		Variación %
		2010	2022	
La Costa	226	69.633	102.836	47,68
Pinamar	63	25.728	40.259	56,48
Villa Gesell	285	31.730	38.614	21,70
Totales	574	129.101	183.731	42,32

La principal actividad económica en los tres partidos analizados es el turismo -concentrado, básicamente, en los meses de verano- sector que, a su vez, sustenta el comercio, la gastronomía y la hotelería; fuera de temporada, la construcción impulsa la economía. Específicamente, el partido de La Costa representa el 6,2% del gasto total en turismo nacional, mientras que Pinamar y Villa Gesell aportan en conjunto el 4,5% (Ministerio de Turismo, 2015). En cuanto al Producto Bruto Geográfico de la Provincia de Buenos Aires expresado en precios de mercado, La Costa explicaba en 2021 el 0,5% del total provincial, Pinamar y Villa Gesell el 0,2% cada uno (Dirección Provincial de Estadísticas, 2021).

A fin de valorizar la IVU, se aplicaron las ecuaciones hedónicas publicadas por Denegri et al. (2017) y Acciaresi y Denegri (2019), las que aproximan el valor de los servicios ecosistémicos de los bosques urbanos relacionando el precio del alquiler por temporada con el porcentaje de cobertura de copa de los árboles (COB ARB). Las ecuaciones emplean dos modelos (Tablas 2 y 3):

- Modelo lineal

$$\text{RENTA} = C + \beta_1\text{CALIDAD} + \beta_2\text{CENTRO} + \beta_3\text{COCHE} + \beta_4\text{MAR} + \beta_5\text{COB ARB} + \beta_6\text{DORMIT} + \beta_7\text{SERV} + \beta_8\text{SUP CUB} + \beta_1\text{SUP VER} + \varepsilon$$

- Modelo logarítmico – lineal (log-lin)

$$\ln \text{RENTA} = C + \beta_1\text{CALIDAD} + \beta_2\text{CENTRO} + \beta_3\text{COCHE} + \beta_4\text{MAR} + \beta_5\text{COB ARB} + \beta_6\text{DORMIT} + \beta_7\text{SERV} + \beta_8\text{SUP CUB} + \beta_9\text{SUP VER} + \varepsilon$$

Siendo:

SUP CUB = superficie cubierta (en m²); DORMIT = cantidad de dormitorios (en unidades);
 SUP VER = superficie verde del inmueble (m²); CALIDAD = calidad de construcción y conservación (Variable tricótoma 1 = normal, 2 = semilujosa, 3 = lujosa);

COCHE = presencia de cochera (1 = sí; 0 = no);

CENTRO = distancia al centro comercial (en hm); SERV = servicios brindados (índice entre 0 =: sin servicios y 1 = servicios de hotel 5 estrellas); MAR = distancia al mar (en hm);

COB ARB = cobertura de árboles índice entre 0 sin cobertura de copa - 1 100% de cobertura

RENTA = Variable dependiente: alquiler recibido por el inmueble ente diciembre de 2016 y marzo de 2017 (en \$).

\ln RENTA = logaritmo natural; C = constante del modelo; β_i : coeficientes de regresión, ε : perturbación estocástica.

TABLA 2

Ecuación de precios hedónicos: modelo lineal de mayor ajuste. Análisis de Varianza: F calculado [9; 142] = 30,91** valor de p = 0,0000 R² = 67,6544 %; R² (ajustado por g.l.) = 65,4656 Estadístico Durbin-Watson = 2,02142 (P=0,5507) **Variable altamente significativa *Variable significativa; ‡ significativa al 90%. Fuente: Denegri et al. (2017).

Variable	Estimación β_i	Estadístico T	Valor-P
CONST	17.154,9	1,71931	0,0879‡
CALIDAD	6.682,06	1,40779	0,1615
CENTRO	- 210,417	-0,654343	0,5140
COB ARB	22.993,8	1,82672	0,0700‡
COCHE	5.621,29	0,805151	0,4222
DORMIT	7.027,33	1,66251	0,0988
MAR	-15,528	-2,61621	0,0099**
SERV	115.100	7,23758	0,0000**
SUP CUB	334,453	3,80361	0,0002**
SUP VER	14,8152	2,9616	0,0036**

TABLA 3

Ecuación de precios hedónicos: modelo log-lin. Análisis de Varianza: F calculado [9; 135] = 24,61** valor de p = 0,0000 R² = 63,7435 %; R² (ajustado por g.l.) = 61,1537 Estadístico Durbin-Watson = 1,69337 (P=0,0368). **Variable altamente significativa *Variable significativa. Fuente: Acciaresi y Denegri (2019).

Variable	Estimación β_i	Estadístico T	Valor-P
CONST	10,4351	97,3072	0,0000 **
CALIDAD	0,11386	2,27305	0,0247 *
CENTRO	-0,0086	-2,25622	0,0258 *
COB ARB	0,382248	2,87859	0,0047 **
COCHE	0,113387	1,60062	0,1120
DORMIT	0,125937	2,88345	0,0046 **
MAR	-0,00708	-1,06295	0,0290 *
SERV	1,02417	5,92476	0,0000 **
SUP CUB	0,00151	1,57541	0,1177
SUP VER	0,00015	2,78174	0,0062 **

En base a estas ecuaciones se construyó un modelo en planilla de cálculo que relaciona la cobertura arbórea, el número de viviendas, los valores de alquileres temporales y el coeficiente de regresión β COB ARB de la función hedónica, presentándose dos alternativas, una con la variante lineal y otra con la log-lin. Para obtener los valores de las variables se procedió de la siguiente manera:

1- COB ARB: para los tres partidos se establecieron 200 parcelas en las imágenes satelitales obtenidas a través de Map Data© 2022 Google en las principales localidades y por medio de una clasificación no supervisada se estableció el valor promedio de la COB ARB.

2- Cantidad de viviendas: se obtuvo el dato del trabajo “Número de viviendas del Precenso”, realizado por el INDEC para el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de 2022 (INDEC, 2021). Al valor publicado se le descontaron las unidades habitacionales pertenecientes a la población permanente, información obtenida de considerar que cada casa está ocupada por 3,3 personas (dato del INDEC de ocupación promedio de casas en la provincia de Bs. As.) y la población permanente (obtenida del CENSO, 2022).

3- Precio del alquiler: se recopiló el valor promedio de las temporadas 2021, 2022 y 2023 de casas y departamentos para cada uno de los tres partidos, expresados en dólares de Estados Unidos de América (EUA). Con el objeto de simplificar el modelo, se supuso que las propiedades se alquilan solo dos meses y medio a lo largo de todo el año.

En el caso del modelo lineal se tomó el coeficiente β COB ARB, que expresado en pesos argentinos es de 22.993,80 anuales (Tabla 2), los que fueron transformados a dólares de EUA por medio de la cotización del Banco de la Nación Argentina (BNA) promedio de la temporada verano 2016-2017. Este parámetro indica, en consecuencia, que los turistas están dispuestos a pagar en una temporada, en promedio, USD 1.454,38 más por pasar de una residencia ubicada en un área sin árboles a otra bajo un bosque de cobertura de copa del 100%. Ese valor fue multiplicado por la COB ARB promedio (CCx) de cada partido (expresado en tanto por uno) y el número de unidades habitacionales (NUH); el resultado obtenido representa el valor que se le puede atribuir a la cobertura arbórea existente en este momento (VALOR) según la ecuación 1.

$$VALOR = \sum_1^3 NUH * CCx * \beta COB ARB \quad (1)$$

La aplicación del modelo log-lin permitió desagregar más los resultados, dado que el coeficiente β COB ARB = 0,382248 se interpreta como de semi elasticidad: pasar de un área sin cobertura a una del 100% incrementa el valor del alquiler de la temporada en un 38,22%. Específicamente, se tomó el precio del alquiler promedio de casas (Pal casa) y departamentos con destino turístico (Pal dpto) en el partido (VALOR1), se relacionó con su COB ARB promedio, el número de unidades en alquiler y el β COB ARB, obteniéndose el VALOR por partido (ecuación 2).

$$VALOR1 = \sum_1^3 (Ncasa * Pal casa + Ndpto * Pal dpto) * CCx * \beta COB ARB \quad (2)$$

En ambos casos el valor obtenido se asume, entonces, como un promedio general por partido.

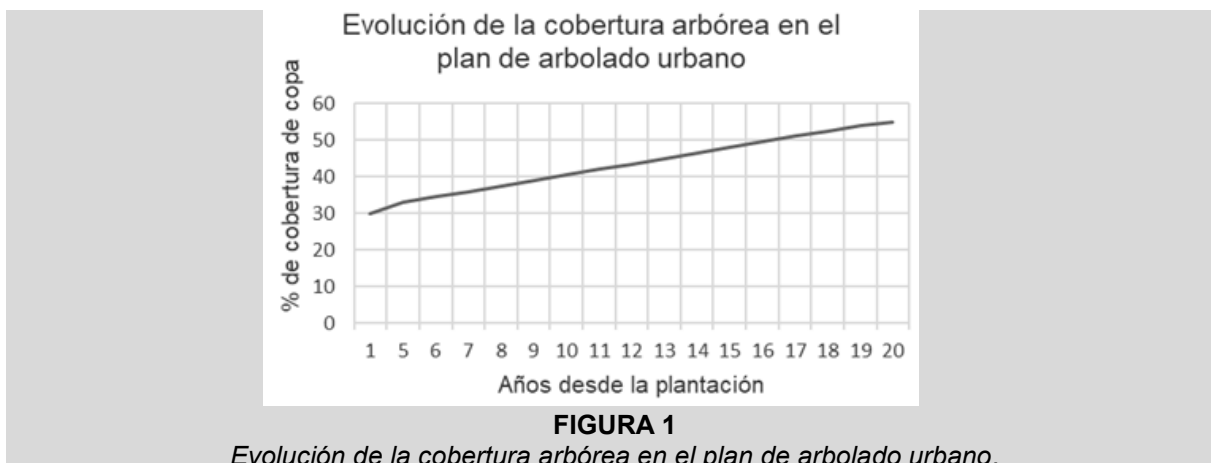
Posteriormente, se consideraron dos escenarios para el análisis de sensibilidad. El primero corresponde al aumento o disminución de un 20% de la COB ARB promedio. El incremento se debería a la implementación de un plan de arbolado y el de reducción es consecuencia de un mal manejo (podas incorrectas o erróneo control de adversidades de origen biótico) o, directamente, por un daño ambiental (por ejemplo, un incendio).

El segundo escenario se focaliza en estudiar el efecto financiero de dos acciones de manejo del recurso, incorporando un análisis clásico del tipo beneficio costo para un período de 20 años. Se realizaron dos simulaciones, atendiendo a situaciones independientes, posibles de realizar en diferentes áreas de los tres partidos.

La primera simulación corresponde a una situación urbana en la que por medio de un plan de arbolado se incrementa la superficie cubierta por árboles. Para ello se calcularon los costos incrementales de plantar árboles de 1,60m de altura con los siguientes supuestos: una localidad con muy bajo porcentaje de COB ARB (30%), donde las cazoletas son preexistentes, abarcando una superficie de 50 ha. Los costos asumidos fueron suministrados por profesionales que trabajan en la región y por viveros comerciales de producción y venta para las plantas de las especies de uso regular en el área atlántica. Se tomaron módulos de 1 ha para hacer los cálculos financieros. Se

aplicó el concepto geográfico de manzana definido por RAE (2001): “Espacio urbano, edificado o destinado a la edificación, generalmente cuadrangular, delimitado por calles por todos sus lados”. En este trabajo se considera que una manzana tiene una hectárea de superficie (comprendida la parte proporcional de las calles).

Para construir el flujo de fondos se asume que los beneficios del árbol se manifiestan a partir del año 5. La Figura 1 presenta la evolución de la COB ARB a lo largo de 20 años.



Dado que los árboles solo se plantan en la vereda, la cobertura no puede alcanzar un valor elevado, siendo el techo de un 55%. Para organizar el proyecto se consideró un costo de 100 USD/ha tomándose ese evento como año 0. Para mejorar la calidad del arbolado se consideró la realización de tres podas cuyo costo fue de 75 USD/ha en los años 12; 15 y 20. Los ingresos (de carácter intangible) fueron calculados con las siguientes ecuaciones (3 y 4):

$$\text{lineal } B = \beta_{\text{COB ARB}} \cdot \text{COB ARB (incremental)} \cdot \text{NUH} \quad (3)$$

Se consideraron 20 NUH por ha (precios del partido de La Costa, que son los menores de los tres partidos analizados).

$$\text{log-lin } B = \beta_{\text{COB ARB}} \cdot \text{COB ARB} \cdot (\text{Ncasa} \cdot \text{Pal casa} + \text{Ndpto} \cdot \text{Pal dpto}) \quad (4)$$

Se consideraron 10 casas y 10 departamentos por ha (precios del partido de La Costa).

La segunda simulación corresponde a un emprendimiento inmobiliario de 40 ha a desarrollarse en un sitio conformado por terrenos baldíos sin forestación alguna donde se parquizará el predio. Así, se consideran dos opciones de desarrollo y manejo: forestación homogénea en toda la superficie con plantines, respetando solo el trazado de las calles, y otra mediante una plantación de árboles de 1,60m en la línea de vereda y en los futuros espacios privados en pequeños bosquetes; el resto de las variables de costos y beneficios del emprendimiento son iguales, con lo cual no se consideran (situación *ceteris paribus*). Ambas alternativas elevan gradualmente la COB ARB de la futura villa o barrio hasta 63% (plantines) y 70% (árboles), evolución que se presenta en la Figura 2.

Para mejorar la calidad del arbolado se consideró la realización de dos podas en los años 6 y 13 en la primera situación y a los 12 y 15 años en la segunda. Su costo fue de 75 USD/ha.

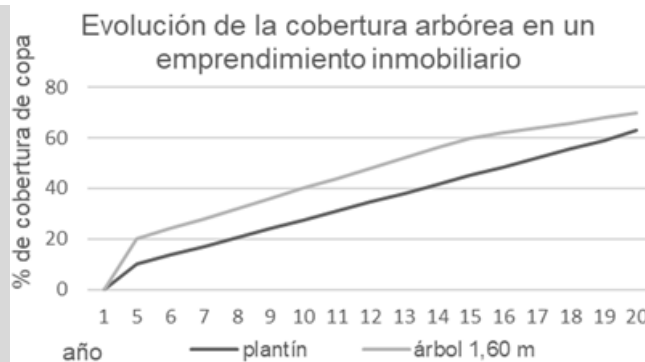


FIGURA 2

Evolución de la cobertura arbórea del emprendimiento inmobiliario para las dos simulaciones.

También se consideró un monto de 200 USD/ha como remuneración al diseño del proyecto del arbolado de la urbanización, tal como se indica en las Tablas 4 y 5. Al igual que en el escenario anterior, ese evento se lo consideró como el año 0.

TABLA 4

Costos del proyecto de arbolado urbano. Fuente: elaboración propia.

Año	Concepto	Egresos (USD/manzana o hectárea)
0	Elaboración del proyecto	100
1	Plantación (mano de obra, limpieza y laboreo de cazuela, plantas, tutorado y control de hormigas)	1063
2	Reposición, riego, fertilización y control de adversidades bióticas y malezas	248
3	Riego, fertilización y control de adversidades bióticas y malezas	50
4	Riego, fertilización y control de adversidades bióticas y malezas	50

TABLA 5

Costos para las dos simulaciones del proyecto inmobiliario según material de plantación. Fuente: elaboración propia.

Año	Concepto	Egresos opción plantines (USD/manzana o hectárea)	Egresos opción árboles de 1,60m (USD/manzana o hectárea)
0	Elaboración del proyecto	200	500
1	Plantación (mano de obra, preparación de suelo, plantas, tutorado, desmalezado, control de hormigas y demarcación de caminos y cortafuegos)	1265	2415
2	Reposición, riego, fertilización y control de adversidades bióticas y malezas	190	210
3	Riego, fertilización y control de adversidades bióticas y malezas	50	100
4	Riego, fertilización y control de adversidades bióticas y malezas	50	100

Los ingresos intangibles se calcularon con las ecuaciones 3 y 4, con una progresiva ocupación del espacio: para los años 5 a 7 habrá una casa por ha, tres casas entre los años 8 y 10; cinco para el período que media del año 11 al 15 y, finalmente, 10 casas por ha entre los años 16 y 20 (supuesto conservador).

En ambas simulaciones, los ingresos intangibles de los SEU incrementales se contrastan con los costos en un análisis beneficio costo (ABC). Los indicadores financieros utilizados fueron el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Se trabajó en un nivel intermedio entre análisis de idea y pre-inversión. Las ecuaciones empleadas se indican seguidamente (5 y 6):

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{I_j - C_j}{(1+d)^j} \quad (5)$$

Donde: d = tasa de descuento; I = ingresos; C = costos

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{I_j - C_j}{(1 + TIR)^j} \quad (6)$$

Para el VAN se consideró una tasa de descuento del 10%, valor superior en torno al 200% por encima de la tasa de los bonos a 10 años del Tesoro de EUA desde 2021 a 2023 (Datosmacro, 2024) e implica una prima por riesgo del orden del 6-8% según el año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COBERTURA ARBÓREA

Las Tablas 6, 7 y 8 muestran los valores promedios de cobertura arbórea que presentan las parcelas ubicadas en las diferentes localidades del área de estudio y el promedio ponderado de todo el partido. El partido de La Costa presenta la menor COB ARB y, dentro de él, la localidad de Costa

del Este sobresale por la gran cantidad de árboles, mientras que la menor densidad se da en la localidad de San Bernardo. Pinamar posee la mayor COB ARB, en general, y la localidad de Cariló cuenta con la mayor cobertura absoluta. Por último, el partido de Villa Gesell presenta un valor intermedio, con una gran diferencia entre la localidad de Villa Gesell y las demás ubicadas hacia el sur del distrito. En ese sentido, Denegri *et al.*, (*op cit*), a través de la prueba contraste de cambio estructural utilizando variables ficticias, hallan que la renta en Pinamar y en Villa Gesell es superior *ceteris paribus* con respecto a una propiedad similar ubicada en el Partido de la Costa, coincidente con la mayor cobertura arbórea.

TABLA 6

Cobertura arbórea promedio en el partido de La Costa (principales localidades y promedio por partido). Fuente: elaboración propia.

Localidad	Cobertura (%)
San Clemente	30
Santa Teresita	31
Las Toninas	32
Mar del Tuyú	32
Costa del Este	74
La Lucila	42
San Bernardo	28
Mar de Ajo	32
Nueva Atlantis	42
Promedio ponderado	39

TABLA 7

Cobertura arbórea promedio en el partido de Pinamar (principales localidades y promedio por partido). Fuente: elaboración propia.

Localidad	Cobertura (%)
Pinamar, Ostende y otras	56
Cariló	81
Promedio ponderado	62

TABLA 8

Cobertura arbórea promedio en el partido de Villa Gesell (principales localidades y promedio por partido). Fuente: elaboración propia.

Localidad	Cobertura (%)
Villa Gesell	36
Mar Azul y Mar de las Pampas	79
Promedio ponderado	55

En función de lo explicado en el apartado de metodología, el modelo lineal permite inferir que los SEU de origen forestal impulsan la actividad turística, incrementando la renta anual en un total de USD 92 millones de dólares anuales (Tabla 9). Se observa que el partido que más aporta es el de La Costa (62%); este valor superior se debe a la mayor población y número de localidades, circunstancia que implica un número de unidades habitacionales mayores puestas en alquiler. Si bien Villa Gesell es el que tiene mayor superficie, contiene en una parte de su área una reserva natural Faro Querandí de uso múltiple (5.757 ha), que, lógicamente, prohíbe la actividad inmobiliaria, influyendo en el resultado. El carácter lineal del modelo deja pocas posibilidades de realizar un análisis de sensibilidad, dado que el incremento del valor es totalmente proporcional al incremento de la COB ARB. No obstante, un incremento o reducción en un 20% de la COB ARB, implicaría una fluctuación del beneficio (adicional o pérdida) de 18,4 millones de dólares (Tabla 9).

TABLA 9

Modelo lineal: Valor anual calculado de la cobertura arbórea por partido y su variación según incremento o decremento. Fuente: elaboración propia.

Partido	Valor anual (USD)	(%)	Incremento/decremento 20% (USD)	Diferencia (USD)
La Costa	57.503.300	62	+/- 69.003.961	11.500.660
Pinamar	18.925.409	21	+/- 22.710.491	3.785.082
Villa Gesell	15.647.209	17	+/- 18.776.650	3.129.442
Totales	92.075.918	100	+/- 110.491.102	18.415.184

La aplicación del modelo log-lin, a su vez, permite desagregar la información al separar los datos en casas y departamentos. Los resultados se presentan en la Tabla 10. Así, con este modelo, el valor de los SEU, en general, es mayor al lineal (casi USD 127 millones anuales), con una caída en el resultado para el partido de La Costa, que ahora representa el 36% del total del valor generado, Villa Gesell disminuye levemente (12%) y Pinamar alcanza el primer lugar con el 52%. Esta diferencia se debe a que el modelo lineal asume un valor fijo para todos los partidos, mientras que el log-lin emplea un porcentaje sobre el valor del alquiler del inmueble. En ese marco, Pinamar presenta el costo de arrendamiento más alto.

TABLA 10

Modelo log-lin: Valor anual calculado de la cobertura arbórea por partido según el aporte de cada tipo de propiedad y su variación por incremento o decremento. Fuente: elaboración propia.

Partido	Valor anual (USD)	(%)	Incremento/decremento 20% (USD)	Diferencia (USD)
La Costa	45.497.806	36	+/- 54.597.367	9.099.561
Casas	23.810.327		+/- 28.572.393	4.762.065
Departamentos	21.687.479		+/- 26.024.975	4.337.496
Pinamar	65.867.657	52	+/- 79.041.189	13.173.531
Casas	40.953.984		+/- 49.144.781	8.190.797
Departamentos	24.913.674		+/- 29.896.408	4.982.735
Villa Gesell	15.572.247	12	+/- 18.686.696	3.114.449
Casas	8.268.450		+/- 9.922.140	1.653.690
Departamentos	7.303.797		+/- 8.764.557	1.460.759
Totales	126.937.710	100,0	+/- 152.325.253	25.387.542

El análisis de sensibilidad del modelo log-lin, con un incremento o decrecimiento en un 20% en la COBARB, implicaría un beneficio adicional o pérdida de USD 25 millones anuales. Al cruzar estos datos con los indicados en las tablas 6, 7 y 8 se observa que Pinamar presenta valores altos de COBARB (81% en el caso de Cariló). Denegri *et al.*, (*op cit*) consideran que el 80 % es un valor máximo de valor de cobertura, razón por la cual si se aumenta es probable que el beneficio ambiental disminuya debido al aumento excesivo del sombreado, por lo tanto, el precio de los alquileres disminuiría. Esta restricción obedece a las limitantes del coeficiente lineal aplicado en ambos modelos. Algo similar sucede en las localidades de Mar de las Pampas y Mar Azul (79%), partido de Villa Gesell, y en Costa del Este (74%), partido de La Costa.

Las Figuras 3 y 4 presentan los índices financieros de las dos alternativas propuestas (plan de arbolado urbano y emprendimiento inmobiliario). Para el plan de arbolado urbano la inversión supone retornos positivos en ambas formas de calcular el beneficio, pudiéndose considerar los extremos de un valor medio, donde la TIR oscila entre 43,8% y 28,8%. En la otra simulación, la inclusión de árboles mediante una planificación para la creación de un barrio conlleva un impacto positivo en la rentabilidad de la inversión (ahí la forestación sería la mejor alternativa por los menores costos asociados). Si se desea maximizar el valor presente, a tasas de descuento bajas (inferiores a la TIR), la mejor alternativa sería usar plantas de mayor edad (envase, raíz desnuda o pan de tierra).

Como se infiere, la comparación de los índices financieros de las dos alternativas propuestas muestra que la IVU puede tener retornos positivos y contribuir a la rentabilidad a largo plazo. Asimismo, la aplicación del método de precios hedónicos en el análisis beneficio costo demuestra que los residentes están dispuestos a pagar por mejorar los espacios verdes en la ciudad, lo que resalta la importancia de considerar el valor económico de la naturaleza en las decisiones de planificación urbana. Además, los resultados presentados en el estudio coinciden con investigaciones previas que han demostrado la correlación positiva entre la presencia de espacios verdes, como los bosques urbanos, y la valoración económica de las propiedades inmobiliarias, mostrando la capacidad de los precios hedónicos para evaluar los impactos a largo plazo de las políticas ambientales (Gumucio y Zúñiga, 2021). Esto sugiere que la inversión en infraestructura verde urbana no solo tiene beneficios ambientales, como la mitigación de la contaminación atmosférica y la regulación climática, sino que, a través de un análisis beneficio costo, también presenta beneficios económicos que pueden contribuir al desarrollo sostenible de las ciudades. Se observa una importante coincidencia con lo encontrado por Boyacigil y Altunkasa (2007), quienes mostraron que existe una correlación positiva entre los precios de la vivienda y la existencia de espacios verdes, que los residentes están dispuestos a pagar por mejorar los espacios verdes de la ciudad y los costos de las mejoras proyectadas son inferiores a la disponibilidad apagar calculado a través del VAN. A similar resultado llegan Kuroda y Sugasawa (2023) para arbolado y arbustos en calles y jardines. Los resultados indican una importante coincidencia con lo encontrado por Boyacigil y Altunkasa (2007), quienes mostraron que existe una correlación positiva entre los precios de la vivienda y la existencia de espacios verdes, que los residentes están dispuestos a pagar por mejorar los espacios verdes de la ciudad y los costos de las mejoras proyectadas son inferiores a la disponibilidad apagar calculado a través del VAN. A similar resultado llegan Kuroda y Sugasawa (2023) para arbolado y arbustos en calles y jardines. Por último, Dumenu (2013) llevó a cabo un estudio mediante valorización contingente en el bosque urbano que rodea el campus universitario de Kumasi, Ghana, el cual incluye parques públicos, un jardín botánico y arbolado urbano residencial. Encontró que el valor monetario de este bosque era de 694.765 USD por año en una extensión de 18 km², lo que equivale a 38.600 USD por km². No obstante, las diferentes condiciones, resulta interesante comparar estos valores con los encontrados en nuestro trabajo, que oscilan entre 90.000 y 100.000 USD por km² en el partido de Pinamar y entre 22.000 y 29.000 USD por km² en el de La Costa. Los rangos de variación calculados no permiten rechazar el uso de ambas metodologías de valorización como las empleadas, aún con las limitaciones que hipotéticamente surgirían de profundizar el análisis con un mayor número de variables para cada situación.

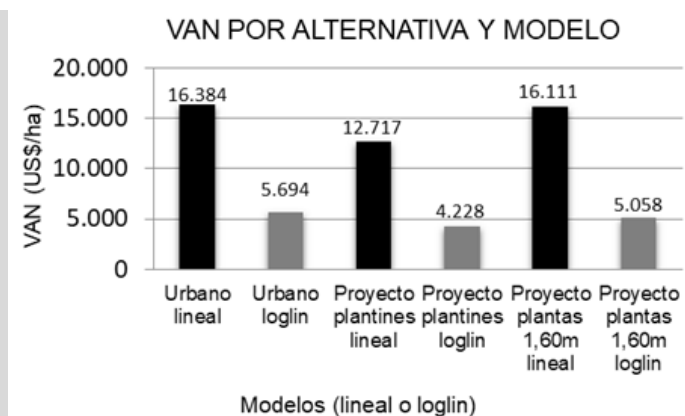


FIGURA 3

Valor Actual Neto (VAN) por alternativa y modelo de las simulaciones realizadas

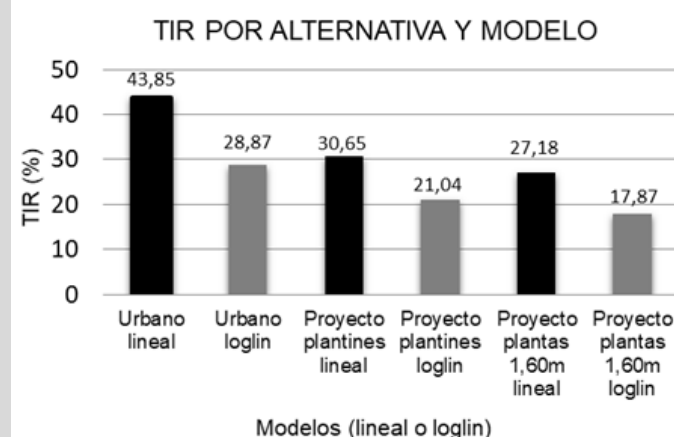


FIGURA 4

Tasa Interna de Retorno (TIR) por alternativa y modelo de las simulaciones realizadas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos no permiten rechazar la hipótesis planteada. En consecuencia, los hallazgos presentados en este estudio resaltan la importancia de considerar la IVU, los bosques urbanos y los servicios ecosistémicos, en general, y los SEU, en particular, en la planificación y gestión de las ciudades. La vegetación urbana no solo contribuye al bienestar de los ciudadanos y la calidad de vida urbana, sino que también puede ser una fuente de beneficios económicos significativos.

En base a los modelos empleados, el componente arbóreo aumenta el valor de la infraestructura verde urbana. Si bien los valores obtenidos del impacto del bosque urbano mediante las ecuaciones aplicadas son todos positivos (USD 92.075.918 anuales en el lineal y USD 126.937.710 en el log-lin), se concluye que con el nivel de información disponible el modelo lineal es un valor mínimo y el correspondiente al log-lin se asocia a un máximo. Específicamente, el log-lin tiene mejor ajuste estadístico, pero la diferencia no es tal como para aceptarlo en detrimento del lineal. El análisis de sensibilidad indica que el aumento de la cobertura aumenta en general el valor de la IVU; aunque el impacto es diferencial entre los tres partidos analizados y en cada una de sus localidades, debido a la existencia de muy distintos niveles de cobertura (mínimo, 28%; máximo, 81%), efecto generado por las limitaciones propias de los modelos lineales. Efectivamente, el efecto en el valor del nivel de sombra en bajas coberturas es superior al producido en las áreas con un cierre casi total del dosel. La implementación de diferentes proyectos para mejorar la cobertura arbórea incrementa el valor de la

IVU. Las dos simulaciones presentadas (arbolado urbano y emprendimiento inmobiliario) arrojan indicadores financieros positivos. Los modelos lineales arrojan un VAN entre 12.700 y 16.300 USD/ha y una TIR que oscila entre 44 y 23%. Asimismo, los modelos log-lin producen valores menores: VAN entre 4.200 y 5.700 USD/ha y la TIR varía entre 18 y 29%. Por otra parte, los indicadores utilizados arrojan resultados diferentes, considerando la elección del material de plantación en el proyecto inmobiliario. Si se utiliza el indicador TIR los plantines son la mejor opción, mientras que el uso de plantas desarrolladas es el sugerido por el VAN, independientemente de la ecuación elegida.

Sin considerar la magnitud de los resultados obtenidos, se infiere a través de los valores positivos encontrados que existe, en general, una percepción favorable a la inclusión del árbol en los ambientes urbanos costeros. A fin de profundizar el análisis de los beneficios generados por la IVU, se considera adecuado incorporar en posteriores trabajos los efectos de otros componentes del bosque urbano como lo son los arbustos y matorrales. Particularmente, se enfatiza la necesidad de incrementar el empleo de especies nativas arbóreas o arbustivas adaptadas a condiciones adversas (vientos, salinidad y/o suelos de texturas arenosas y escasa fertilidad), tales como *Schinus molle* (aguaribay), *Maytenus boaria* (maitén), *Geoffroea decorticans* (chañar), *Prosopis spp*, *Parasenegalia visco* (acacia visco), *Parkinsonia aculeata* (cina cina), *Cortadera selloana* (cortadera), entre otras; algunas de las cuales deberán ser motivo de los ensayos de adaptación correspondientes según tipos de suelos, nivel de antropización de los sitios y distancia al mar, previamente a su implantación a una escala relevante en cada ambiente urbano.

No obstante la fundada y creciente objeción al empleo de especies exóticas vinculada al cambio del uso del suelo, acontecido mayoritariamente en el pasado, el componente arbóreo de la IVU genera efectos positivos en la actividad turística, en particular, y a la sociedad en general por medio de los servicios ecosistémicos de origen forestal; sin perjuicio de la necesidad de mejorar el manejo silvícola de las masas arbóreas y planificar el desarrollo urbano de acuerdo a las nuevas demandas socioambientales y el conocimiento generado por la investigación científica.

Contribución de los autores

Referencias. 1-administración del proyecto, 2-adquisición de fondos, 3-análisis formal, 4-conceptualización, 5-curatoria de datos, 6-escritura, revisión y edición, 7-investigación, 8-metodología, 9-recursos, 10-redacción, borrador original, 11-software, 12-supervisión, 13-validación, 14-visualización.

Nombre del autor	Colaboración académica													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Denegri Gerardo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acciaresi Gustavo			X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X

Referencias

Acciaresi, G. y Denegri, G. A. (2019). *Precios hedónicos: valoración de servicios ecosistémicos de origen forestal vinculados al turismo* [Conferencia]. XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. El Dorado, Misiones. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90913>

Arrow, K. J. (1986). Comments. En R. G. Cummings, D. S. Brookshire y W. D. Schulze. (Eds), *Valuing environmental goods: A state of the arts assessment of the contingent method* (pp.220-225). Rowman & Littlefield Pub Incorporated.

Bellefontaine, R., Petit, S., Pain-Orcet, M., Deleporte, P. y Bertault, J. G. (2002). *Los árboles fuera del bosque: hacia una mejor consideración*. FAO. <https://www.fao.org/4/y2328s/y2328s00.htm>

Benseny, G. (2 y 3 de diciembre de 2021). *Corredor turístico marítimo Ruta 11-Interbalnearia de la provincia de Buenos Aires* [ponencia]. I Jornada de Historia Turística" Valoración de Corredores

- Turísticos de la provincia de Buenos Aires". Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3724>
- Borelli, S., Conigliaro, M. y Pineda, F. (2018). Los bosques urbanos en el contexto global. *Revista Unasyuva*, 250(69), 3-10.
- Boyacigil, O. y Altunkasa, M. (2007). *Economic Valuation of Urban Open Green Spaces in Iskenderun (Turkey): Hedonic Pricing, Contingent Valuation and Social Cost-Benefit Analysis* [Conferencia]. Second Annual YÖK-SUNY Collaboration Symposium: Scientific Collaboration for Sustainable Development. Cukurova University, Adana, Turkey.
- Brooke, A., Koeser, A., Salisbury, A., Hilbert, D. R., Thorn, H. y Hauer, R. (2023). Seeing the Forest Through the Trees (and People) Urban Forest Ecosystems. *Frontiers for Young Minds*, 11, 987946. <http://dx.doi.org/10.3389/frym.2023.987946>
- Calaza, P., Cariñanos, P., Escobedo, F. J., Schwab, J. y Tovar, G. (2018). Crear paisajes urbanos e infraestructura verde. *Revista Unasyuva*, 250(69), 11-21.
- Cariñanos, P., Calaza, P., Hiemstra, J., Pearlmutter, D. y Vilhar, U. (2018). El papel de los bosques urbanos y periurbanos para reducir riesgos y gestionar desastres. *Revista Unasyuva*, 250(69), 53-58.
- Carucci, R. (2000). Los árboles fuera del bosque: un instrumento esencial en la lucha contra la desertificación en el Sahel. *Unasyuva*, 51, 18-24.
- Castro, J., Krajter Ostoić, S., Cariñanos, P., Fini, A. y Sitzia, T. (2018). Ciudades inclusivas y sostenibles con bosques urbanos «comestibles». *Revista Unasyuva*, 250(69), 59-65.
- Cuál fue el partido de la costa bonaerense que más creció en los últimos 12 años. (3 de febrero de 2023). *Diario La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/censo-2022-cual-fue-la-ciudad-de-la-costa-bonaerense-que-mas-crecio-en-los-ultimos-12-anos-nid03022023/>
- Denegri, G., Rodríguez Vagaría, A., Mijailoff, J., Mársico, J. y Acciaresi, G. (2018). Bosques urbanos: su aporte al turismo en la costa atlántica norte de Argentina. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 27(2), 316-335.
- Dirección Provincial de Estadísticas. (2021). Producto Bruto Geográfico de la Provincia de Buenos Aires por Partido. *Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires*. http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=271&Itemid=290
- Dobbs, C., Eleuterio, A. A., Amaya, J. D., Montoya, J. y Kendal, D. (2018). Beneficios de la silvicultura urbana y periurbana. *Revista Unasyuva*, 250(69), 23-29.
- Dumenu, W. K. (2013). What are we missing? Economic value of an urban forest in Ghana. *Ecosystem Services*, 5, 137-142. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.07.001>
- Gumucio, C. y Zúñiga, M. (2021). De la evaluación de impacto ambiental a la evaluación ambiental estratégica: desafíos para la política ambiental en Chile y América Latina. *Política y Gobierno*, 28(1).
- Instituto Nacional de Censos y Estadísticas. (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 (Censo 2022)*. INDEC. <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s.f). Precenso de viviendas. *INDEC*. Recuperado el 27 de julio de 2023 de <https://precensodeviviendas.indec.gob.ar/>
- Jara, B. R. (2021). *Efecto de la implantación de pinos sobre algunas propiedades edáficas en un ambiente de dunas costeras* [Trabajo de intensificación, Universidad Nacional del Sur]. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5813>
- Jim, C. Y. (2018). Protección de árboles patrimoniales en entornos urbanos y periurbanos. *Revista Unasyuva*, 250(69), 66-74.

- Konijnendijk, C. C., Rodbell, P., Salbitano, F., Sayers, K., Jiménez Villarpando, S. y Yokohari, M. (2018). La evolución en la gobernanza de los bosques urbanos. *Revista Unasyuva*, 250(69), 37-42.
- Kuchelmeister, G. y Braatz, S. (1993). Una nueva visión de la silvicultura. *Unasyuva*, 44, 3-12.
- Kuroda, Y. y Sugawara, T. (2023). The value of scattered greenery in urban areas: A hedonic analysis in Japan. *Environmental and Resource Economics*, 85(2), 523-586. <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-023-00775-5>
- Ministerio de Turismo. (2015). *Plan Federal Estratégico de Turismo Sustentable: Turismo 2025 (PFETS)*. Cámara de Turismo, Ministerio de Turismo de la Nación.
- Nagabhatla, N., Springgay, E. y Dudley, N. (2018). Los bosques, soluciones basadas en la naturaleza para garantizar la seguridad hídrica de los entornos urbanos. *Revista Unasyuva*, 250(69), 43-52.
- Nowak, D.J. (2018). Mejorar los bosques urbanos a través de la evaluación, la modelización y el seguimiento. *Revista Unasyuva*, 250(69), 30-36.
- Tan, P., Zhang J., Masoudi M., Alemu J., Edwards P., Grêt-Regamey A., Richards D., Saunders J., Song X. y Wong, L. (2020). A conceptual framework to untangle the concept of urban ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 200, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103837>
- Terradas, J., Franquesa, T., Parés, M. y Chaparro, L. (2011). *Ecología urbana. Investigación y Ciencia*, 422, 52-58.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J. y James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>
- Vázquez Arceo, S., Ramírez Rivera, M., Romero Márquez, G., Licón Portillo, J. Arceo Díaz, S. y Covarrubias, R. (2024). Servicios ambientales del bosque urbano: pauta para optimizar las áreas verdes del Tecnm Campus Colima. *Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi*, 2(3), 24–37. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10607113>
- Yezzi, A. (2019). *Fragmentación de pastizales psamófilos por plantaciones forestales en dunas costeras de la pampa austral* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur]. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.640>