

**INFLUENCIA DE LOS ESPACIOS VERDES URBANOS Y LA PERCEPCIÓN DE
SEGURIDAD EN LOS PRECIOS DE VIVIENDA EN BOGOTÁ**

GERSON ROA CHAVEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE ECONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS

BOGOTÁ D.C, COLOMBIA

2024

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Señor Jesucristo primeramente, pues de Él proviene la ciencia, la sabiduría y todo el conocimiento, igualmente a mi familia por su respaldo siempre, a mi esposa por su apoyo incondicional, ella, apasionada también por lo intelectual y la academia.

Del mismo modo, agradezco a los docentes que hicieron posible esta formación académica en mi vida e inyectar pasión por el rigor científico. En particular, quiero expresar mi gratitud al profesor Henry Laverde Rojas, por su valiosa asesoría en los aspectos cuantitativos y en los modelos econométricos. Sin su guía y apoyo, este trabajo no habría sido posible.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. CAPITULO I	9
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	10
1.3. JUSTIFICACIÓN	10
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.4.1. <i>Objetivos específicos:</i>	11
2. CAPITULO II. HECHOS ESTILIZADOS.....	11
2.1. PRECIOS DE VIVIENDA	11
2.2. ESPACIOS VERDES	12
2.3. PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD	14
2.4. RELACIÓN ENTRE BIODIVERSIDAD Y PRECIOS DE VIVIENDA.....	15
2.5. RELACIÓN ENTRE ESPACIOS VERDES Y PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD.....	16
2.6. ¿PUEDE LA PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD INFLUIR EN LA RELACIÓN ENTRE LOS ESPACIOS VERDES Y LOS PRECIOS DE LAS VIVIENDAS EN BOGOTÁ?	17
3. CAPITULO III	20
3.1. MARCO TEORICO.....	20
3.1.1. <i>Teoría de la Demanda de Vivienda</i>	20
3.1.2. <i>Relación entre Zonas Verdes, Seguridad y Precios de Vivienda</i>	22
3.1.3. <i>Percepción de Seguridad</i>	22
3.1.4. <i>Elasticidades en el Mercado de Vivienda</i>	23
3.1.5. <i>Implicaciones para el Mercado de Vivienda en Bogotá</i>	23
3.2. ANTECEDENTES	24
3.2.1. <i>Espacios Verdes y Precios de Vivienda</i>	24
3.2.2. <i>Seguridad y Precios de Vivienda</i>	25
3.2.3. <i>Espacios Verdes y Seguridad</i>	26
3.2.4. <i>Seguridad, Espacios Verdes y Precios de Vivienda</i>	26
4. CAPITULO IV	28
4.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
4.1.1. <i>Datos</i>	28
4.1.2. <i>Datos de vivienda</i>	28
4.2. METODOLOGÍA	30
4.2.1. <i>Modelos de Regresión Ordinaria (MCO)</i>	31
4.2.2. <i>Modelos Espaciales Auto-Regresivos (SAR)</i>	31
4.2.3. <i>Modelos de Error Espacial (SEM)</i>	31
4.2.4. <i>Proceso de Selección del Modelo</i>	32
4.2.5. <i>Análisis de Mediación</i>	32
4.2.6. <i>Resultados de Mediación</i>	35
5. CAPITULO V RESULTADOS	35

5.1.	UNA VEZ APLICADA LA ECONOMETRÍA SE TIENE:.....	35
5.2.	DISCUSIÓN	40
5.3.	ANÁLISIS DE ROBUSTEZ	42
5.4.	CONCLUSIONES	46
6.	REFERENCIAS	48

índice de Figuras

Figura 1	Análisis de Mediación: Percepción de inseguridad.....	20
----------	---	----

Índice de Gráficas

Gráfica 1	Correlación entre biodiversidad y precios de las Viviendas	16
Gráfica 2	Relación entre el número total de árboles y la percepción de inseguridad.....	17

Índice de Mapas

Mapa 1	Precios promedio de las viviendas por localidades	12
Mapa 2	Indicadores de biodiversidad por localidades	13
Mapa 3	Percepción de Inseguridad por Localidad	14

índice de Tablas

Tabla 1	Comparación de Rendimiento de los Modelos: MCO, SAR y SEM	36
Tabla 2	Modelo Espacial Auto-regresivo (SAR) para la Mediación de los Efectos en los Precios de Vivienda	38
Tabla 3	Indicadores de Mediación	40
Tabla 4	Modelos SAR Utilizando Matriz de Pesos de Banda de Distancia Fija (FDB).....	43
Tabla 5	Modelos SAR con Índice de Diversidad de Shannon	44

Resumen

Esta investigación busca analizar cómo los espacios verdes, medido por el número total de árboles en las diferentes localidades de Bogotá, influyen en la percepción de seguridad, y cómo estas percepciones afectan los precios de las viviendas. Para lograr esto, se emplearon modelos espaciales para capturar la autocorrelación espacial y modelos de mediación para examinar los efectos directos e indirectos. Los datos principales fueron extraídos del sitio web de mercado libre mediante técnicas de Web Scraping. Los resultados muestran que los espacios verdes tienen un efecto directo negativo sobre los precios de la vivienda, aunque no es estadísticamente significativo en todas las especificaciones. Además, los espacios verdes reducen significativamente la percepción de inseguridad, que a su vez tiene un efecto negativo significativo sobre los precios de la vivienda. La percepción de inseguridad actúa como un mediador parcial en esta relación. Los indicadores de mediación muestran que, aunque el efecto mediado es pequeño, su contribución es marginalmente significativa. Entre el 12.1% y el 47% del impacto de los espacios verdes en los precios de vivienda está mediado por la percepción de seguridad, indicando una relación compleja entre espacios verdes, percepción de seguridad y valor inmobiliario. El p-valor de Sobel, que mide la significancia estadística del efecto mediado, se encontró cerca del umbral de significancia (0.056 y 0.072), sugiriendo que la mediación por la percepción de inseguridad es relevante pero no concluyente. Esto se corrobora con los análisis de robustez, en los cuales los indicadores de mediación difieren y no son significativos en varios de los modelos. Aunque los espacios verdes tienen un impacto positivo al reducir la percepción de inseguridad, este efecto mediado no siempre se traduce en un aumento significativo en los precios de la vivienda, lo que sugiere que otros factores pueden estar influyendo en la valoración inmobiliaria en Bogotá.

Palabras Claves: Espacios Verdes Urbanos, Percepción de Seguridad, Precios de Vivienda, Modelos Espaciales, Análisis de Mediación

Abstract

This research aims to analyze how green spaces, measured by the total number of trees in various localities of Bogotá, influence the perception of security, and how these perceptions affect housing prices. To achieve this, spatial autoregressive models (SAR) were employed to capture spatial autocorrelation and mediation models were used to examine direct and indirect effects. The primary data was extracted from the Mercado Libre website using web scraping techniques. The results show that green spaces have a direct negative effect on housing prices, although not statistically significant in all specifications. Additionally, green spaces significantly reduce the perception of insecurity, which in turn has a significant negative effect on housing prices. Perception of insecurity acts as a partial mediator in this relationship. Mediation indicators show that although the mediated effect is small, its contribution is marginally significant. Between 12.1% and 47% of the impact of green spaces on housing prices is mediated by the perception of security, indicating a complex relationship between green spaces, security perception, and real estate value. The Sobel p-value, which measures the statistical significance of the mediated effect, was found close to the threshold of significance (0.056 and 0.072), suggesting that mediation by perception of insecurity is relevant but not conclusive. This is corroborated by robustness analyses, in which mediation indicators differ and are not significant in several models. Although green spaces have a positive impact by reducing the perception of insecurity, this mediated effect does not always translate into a significant increase in housing prices, suggesting that other factors may be influencing real estate valuation in Bogotá.

Keywords: Urban Green Spaces, Security Perception, Housing Prices, Spatial Models, Mediation Analysis

INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano acelerado y la expansión de las ciudades han generado un interés creciente en comprender cómo los elementos naturales dentro de los entornos urbanos, como los espacios verdes, impactan la calidad de vida y el bienestar de los residentes. En particular, la relación entre los espacios verdes urbanos y el valor inmobiliario ha sido objeto de diversos estudios, ya que estos espacios no solo proporcionan beneficios ecológicos y recreativos, sino que también pueden influir en las percepciones de seguridad y, en consecuencia, en los precios de las viviendas.

En la literatura existente, se ha investigado ampliamente la relación entre los espacios verdes y los precios de las viviendas, así como entre la seguridad y los precios inmobiliarios. Sin embargo, pocas investigaciones han integrado simultáneamente estos tres factores para comprender sus interacciones complejas. Estudios previos como los de Wolch et al. (2014) y Kondo et al. (2018) han abordado los beneficios de los espacios verdes en términos de ecología y recreación, mientras que Branas et al. (2011) y Kuo y Sullivan (2001) han explorado cómo estos espacios pueden influir en la percepción de seguridad. Otros trabajos, como los de Gibbons et al. (2014) y Li y Brown (1980), han examinado el impacto de los espacios verdes en los precios de las viviendas.

Este estudio, sin embargo, se distingue al utilizar una metodología de mediación combinada con modelos espaciales para analizar cómo la cantidad y gestión de espacios verdes, medida a través del número total de árboles en las diferentes localidades de Bogotá, influye en la percepción de seguridad y cómo estas percepciones afectan los precios de las viviendas. La incorporación de la mediación permite desentrañar los efectos directos e indirectos de los espacios verdes sobre los precios de la vivienda, mediando a través de la percepción de inseguridad. Esta metodología ofrece una comprensión más profunda de las dinámicas entre variables ambientales y sociales en la determinación del valor inmobiliario.

Los hallazgos de este estudio revelan que los espacios verdes tienen un efecto directo negativo sobre los precios de la vivienda, aunque no siempre es estadísticamente significativo. Además, se encontró que los espacios verdes reducen significativamente la percepción de inseguridad, la cual, a su vez, tiene un efecto negativo significativo sobre los precios de la vivienda. Este efecto mediado, aunque pequeño, es marginalmente

significativo, sugiriendo una relación compleja entre la biodiversidad urbana, la percepción de seguridad y el valor inmobiliario.

Este estudio contribuye a la literatura existente al proporcionar evidencia empírica sobre las dinámicas entre espacios verdes, percepción de seguridad y precios de vivienda en un contexto urbano latinoamericano. La aplicación combinada de modelos espaciales y análisis de mediación permite desentrañar las complejas interacciones entre variables ambientales y sociales en la determinación del valor inmobiliario. El análisis de mediación, por otro lado, ofrece una perspectiva adicional al identificar y cuantificar cómo la percepción de seguridad actúa como un mediador entre los espacios verdes y los precios de las viviendas. Este enfoque metodológico permite entender no solo si los espacios verdes afectan los precios de las viviendas, sino también por qué y cómo ocurren estos efectos.

Por ejemplo, se encontró que, aunque un mayor número de árboles está asociado con una reducción en los precios de las viviendas, también se observa que estos espacios verdes contribuyen a disminuir la percepción de inseguridad, lo cual, a su vez, puede tener un efecto positivo sobre el precio de la vivienda. Además, el uso de técnicas de Web Scraping para extraer datos de sitios web de mercado libre demuestra la viabilidad y el valor de métodos novedosos y eficientes para obtener información actualizada y detallada en la investigación de economía urbana. Este estudio no solo amplía la comprensión teórica de las interrelaciones entre espacios verdes, percepción de seguridad y precios de vivienda, sino que también ofrece implicaciones prácticas para el diseño y mantenimiento de espacios verdes en Bogotá, considerando tanto sus beneficios potenciales como sus limitaciones.

1. CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las ciudades latinoamericanas, los espacios verdes urbanos son valorados por su contribución a la calidad de vida, la sostenibilidad y el bienestar general de los ciudadanos. Sin embargo, la relación entre la cantidad y calidad de estos espacios, la percepción de seguridad y el valor de las viviendas no ha sido completamente explorada de manera conjunta. Estudios anteriores han abordado estas variables de manera aislada, pero no han integrado sus efectos para entender cómo se influyen mutuamente.

Se podría esperar que las zonas más verdes sean más valoradas por los ciudadanos debido a los beneficios ambientales y estéticos que ofrecen. Sin embargo, esta relación puede romperse si estos espacios están mal diseñados o carecen de mantenimiento adecuado, lo que puede convertirlos en focos de delincuencia. Esta situación podría cambiar la percepción de seguridad de los residentes y afectar negativamente el valor de las propiedades cercanas. En la literatura actual, no es claro cómo estas dinámicas se desarrollan en un contexto urbano específico como el de Bogotá.

Bogotá, como una metrópoli representativa de las dinámicas urbanas en América Latina, presenta un escenario ideal para investigar estas relaciones. La capital colombiana enfrenta desafíos significativos en términos de urbanización, seguridad y sostenibilidad. Los espacios verdes en Bogotá son elementos cruciales en la estructura urbana, pero su impacto sobre la percepción de seguridad y, en última instancia, sobre los precios de las viviendas, no se ha estudiado a fondo.

La percepción de seguridad es un factor determinante en la calidad de vida urbana. Estudios previos han demostrado que la inseguridad puede devaluar las propiedades y afectar negativamente la calidad de vida de los residentes. Sin embargo, no se ha explorado suficientemente cómo los espacios verdes pueden influir en esta percepción y, a través de ella, en los precios de las viviendas. La falta de integración de estas variables en un contexto único limita la comprensión completa de las dinámicas urbanas y la capacidad de formular políticas efectivas.

Por lo tanto, es fundamental analizar cómo los espacios verdes urbanos influyen en la percepción de seguridad y cómo esta percepción afecta los precios de las viviendas en

Bogotá. Esta investigación busca llenar este vacío en la literatura, proporcionando una visión integral y empírica de las interacciones entre espacios verdes, percepción de seguridad y precios de vivienda en una ciudad latinoamericana en desarrollo.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influyen los espacios verdes urbanos en la percepción de seguridad y los precios de las viviendas en Bogotá, y de qué manera la percepción de inseguridad media esta relación?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Este estudio es relevante por varias razones:

- a.** Vacío en la Literatura: La literatura existente ha explorado la relación entre espacios verdes y precios de vivienda, así como entre seguridad y precios de vivienda, pero poco se ha hecho al abordar simultáneamente estas tres variables. Al integrar estos aspectos, este estudio proporcionará una visión más completa y matizada de las dinámicas urbanas.
- b.** Metodologías robustas: La interacción entre modelos espaciales y análisis de mediación ofrece una forma avanzada de entender las interacciones complejas entre variables ambientales y sociales. Además, el uso de técnicas de Web Scraping para la recolección de datos proporciona una metodología novedosa y eficiente para obtener información actualizada y detallada.
- c.** Contexto Latinoamericano: La mayoría de los estudios sobre espacios verdes y bienestar urbano se han realizado en países desarrollados. Este estudio llena un vacío significativo al proporcionar evidencia empírica específica de una ciudad latinoamericana, ofreciendo perspectivas valiosas para los planificadores urbanos y formuladores de políticas en la región.

- d. Implicaciones Prácticas: Los resultados pueden informar políticas urbanas y estrategias de planificación que integren espacios verdes de manera efectiva para mejorar la calidad de vida, la percepción de seguridad y el valor de las propiedades en las ciudades.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Analizar cómo los espacios verdes urbanos influyen en la percepción de seguridad y los precios de las viviendas en Bogotá, y determinar de qué manera la percepción de inseguridad media esta relación.

1.4.1. Objetivos específicos:

- 1.4.1.1. Medir el efecto directo de los espacios verdes urbanos en los precios de las viviendas en Bogotá.
- 1.4.1.2. Evaluar el impacto de los espacios verdes en la percepción de seguridad entre los residentes de Bogotá.
- 1.4.1.3. Investigar la relación entre la percepción de inseguridad y los precios de las viviendas.
- 1.4.1.4. Analizar cómo la percepción de inseguridad media el efecto de los espacios verdes en los precios de las viviendas.

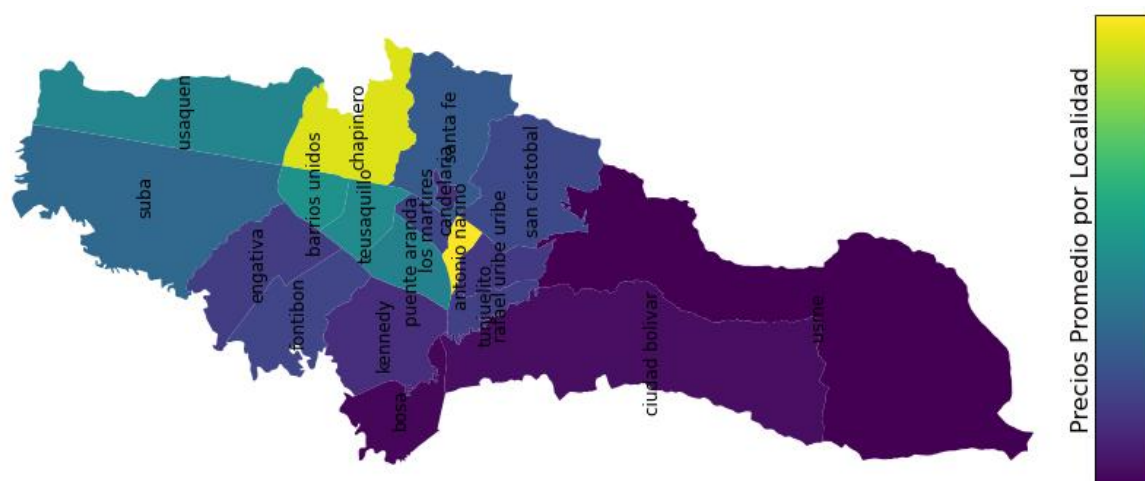
2. CAPITULO II. HECHOS ESTILIZADOS

2.1. PRECIOS DE VIVIENDA

El mapa 1, muestra los precios promedios de las viviendas por localidades en Bogotá. El mapa de calor proporciona una representación visual de los precios promedio de las viviendas en diferentes localidades de Bogotá. Las localidades con los precios promedio más altos se encuentran en tonos más claros (amarillo), mientras que las localidades con los precios más bajos están representadas en tonos más oscuros (púrpura). En términos generales se observa que las localidades con mayores precios promedio se encuentran al norte de la ciudad. En particular, las localidades de Chapinero, Usaquén y,

sorprendentemente, Antonio Nariño son las localidades con los precios promedio más altos. Entre tanto, las localidades que se encuentran en el sur de la ciudad como Bosa, Ciudad Bolívar y Usme tienen los precios promedio más bajos, representados en tonos púrpura oscuro.

Mapa 1 Precios promedio de las viviendas por localidades



Fuente: Elaboración propia con datos de Mercado Libre

Los precios de viviendas en Bogotá revelan una significativa disparidad entre las distintas localidades. Localidades como Chapinero y Antonio Nariño se destacan no solo por tener los precios promedio más altos sino además por la variabilidad en los precios, lo que sugiere una mayor heterogeneidad en el mercado de viviendas en estas áreas. Por otro lado, localidades como Bosa, Ciudad Bolívar y Usme tienen precios promedio más bajos y menor variabilidad, indicando un mercado de viviendas más homogéneo y accesible en estas zonas.

2.2. ESPACIOS VERDES

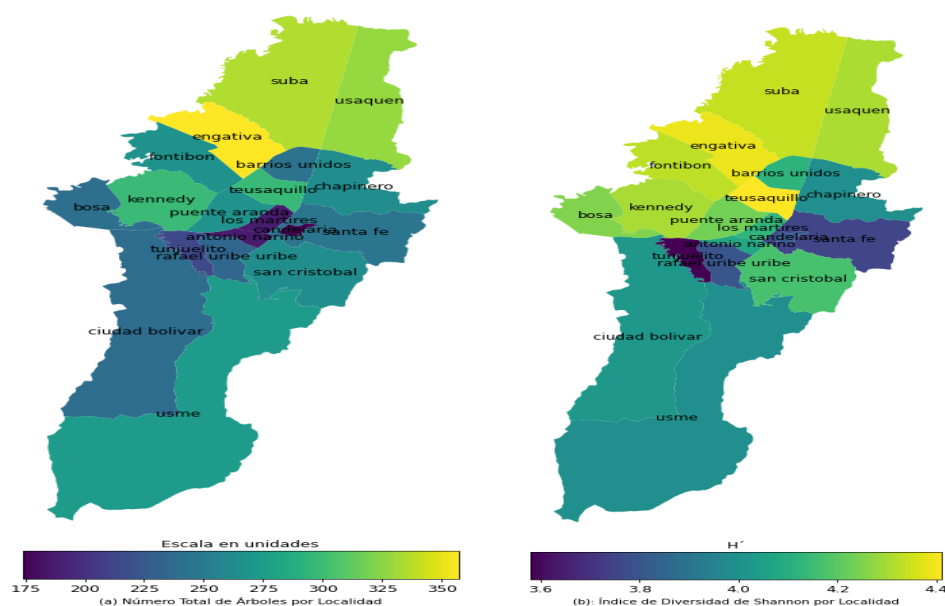
El mapa 2, muestra los indicadores de biodiversidad por localidades en Bogotá, representados por el número total de árboles y el índice de diversidad de Shannon. Los mapas de calor proporcionan una representación visual de estos indicadores. Las localidades con mayor número de árboles y mayor diversidad se encuentran en tonos más claros de amarillo, mientras que las localidades con menor cantidad de árboles y diversidad están representadas en tonos más oscuros de púrpura.

En el panel (a) del mapa 2, se muestra el número total de árboles por localidades. Se observa que las localidades con mayor concentración de zonas verdes se encuentran en el norte y el occidente de la ciudad. En particular, las localidades de Suba, Kennedy y Engativá son las localidades con el mayor número total de árboles. Entre tanto, las localidades como Antonio Nariño, La Candelaria y Mártires tienen el menor número de árboles.

En el panel (b) del mapa 2, se exhibe el comportamiento del índice de diversidad de Shannon. La figura revela que localidades como Teusaquillo, Engativá y Fontibón tienen la mayor diversidad de especies de árboles, lo que indica una mayor equitatividad y abundancia de especies. Por otro lado, localidades como Santa Fe, Tunjuelito y Rafael Uribe Uribe, tienen los índices de diversidad más bajos, sugiriendo una menor equitatividad en la distribución de especies de árboles.

La biodiversidad en Bogotá muestra una significativa variabilidad entre las distintas localidades. Localidades como Suba y Kennedy se destacan no solo por tener un alto número de árboles sino también por una alta diversidad, lo que sugiere ecosistemas urbanos más saludables y equilibrados. En contraste, localidades como Antonio Nariño, La Candelaria y Mártires presentan un menor número de árboles y menor diversidad, indicando la necesidad de intervenciones para mejorar la cobertura vegetal y la equitatividad de especies en estas áreas.

Mapa 2 Indicadores de biodiversidad por localidades



Fuente: Elaboración propia con datos de Jardín Botánico de Bogotá

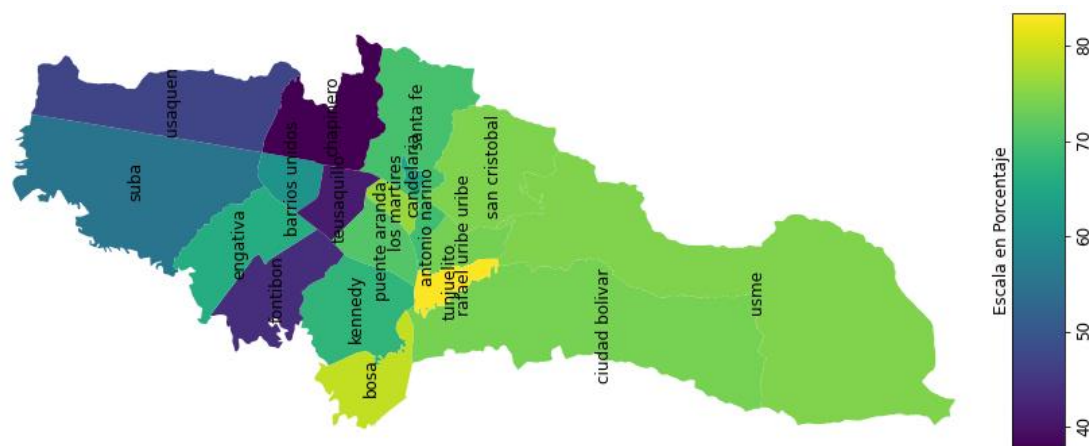
2.3. PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD

El mapa 3, muestra la percepción de inseguridad por localidades en Bogotá. El mapa de calor proporciona una representación visual de la percepción de inseguridad en diferentes localidades de la ciudad. Las localidades con una percepción más alta de inseguridad están representadas en tonos más claros de amarillo, mientras que las localidades con una percepción más baja están representadas en tonos más oscuros de púrpura.

Asimismo, en el mapa 3 se observa que las localidades con mayor percepción de inseguridad se encuentran principalmente en el sur y en algunas áreas centrales de la ciudad. En particular, las localidades de Tunjuelito, Bosa y Mártires son las localidades con la percepción de inseguridad más alta. Entre tanto, las localidades como Chapinero, Fontibón y Teusaquillo tienen la percepción de inseguridad más baja.

La percepción de inseguridad en Bogotá revela una significativa variabilidad entre las distintas localidades. Localidades como Tunjuelito y Bosa se destacan no solo por tener una alta percepción de inseguridad, sino también por su alta homogeneidad en esta percepción, lo que sugiere problemas persistentes en estas áreas. Por otro lado, localidades como Chapinero y Fontibón tienen una percepción de inseguridad más baja y homogénea, indicando una mayor sensación de seguridad entre sus habitantes.

Mapa 3 Percepción de Inseguridad por Localidad



Fuente: Elaboración propia con base en la DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021.

Al comparar la percepción de inseguridad con los indicadores de biodiversidad, se observa una relación inversa en varias localidades. Las localidades con alta percepción de inseguridad, como Tunjuelito (83.4%), Bosa (79.2%) y Mártires (76.3%), tienen una baja biodiversidad, con un índice de diversidad de Shannon relativamente bajo. En

contraste, localidades con baja percepción de inseguridad, como Chapinero (37.8%), Fontibón (43.7%) y Teusaquillo (41.4%), tienen una alta biodiversidad, con un número considerable de árboles y un índice de diversidad de Shannon alto.

La biodiversidad en Bogotá muestra una significativa variabilidad entre las distintas localidades. Localidades con alta biodiversidad tienden a tener una percepción de inseguridad más baja, lo que sugiere que los espacios verdes bien mantenidos y diversos pueden contribuir a una mayor percepción de seguridad. En contraste, localidades con baja biodiversidad y escasos espacios verdes enfrentan una percepción de inseguridad más alta. Esto subraya la importancia de invertir en la mejora y mantenimiento de la biodiversidad urbana como una estrategia para mejorar la calidad de vida y la seguridad en las ciudades.

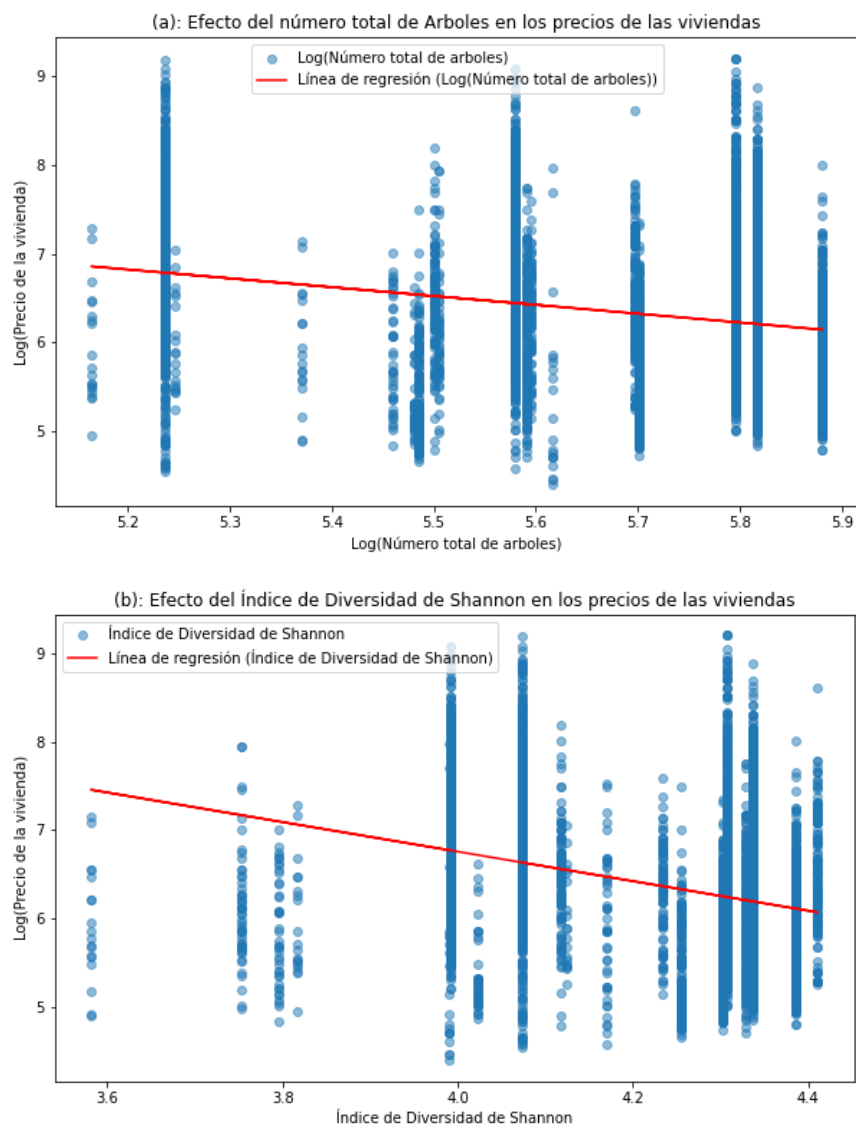
2.4. RELACIÓN ENTRE BIODIVERSIDAD Y PRECIOS DE VIVIENDA

La gráfica 1, busca mostrar las relaciones entre los indicadores de biodiversidad y los precios de las viviendas. En el panel (a) muestra el efecto que tiene el número total de árboles utilizando una escala logarítmica. La línea de regresión en rojo indica la relación general entre estos dos factores. Contrario a los que se esperaría, en el gráfico se observa que la relación entre estas dos variables presenta una ligera pendiente negativa. Esto sugiere que, a medida que aumenta los espacios verdes en la ciudad, los precios de las viviendas tienden a disminuir ligeramente. Sin embargo, los datos están dispersos, lo que indica una variabilidad significativa en esta relación y no se aprecia una relación fuerte entre estas dos variables.

El panel (b) trata de capturar la misma relación, pero empleando el índice de diversidad de Shannon. En el gráfico se observa una pendiente negativa en la línea de regresión, lo que indica una relación inversa entre el índice de diversidad de Shannon y los precios de las viviendas. El comportamiento con esta variable es similar al indicador anterior de biodiversidad.

La relación entre espacios verdes y precios de viviendas en Bogotá muestra una tendencia inversa. Aunque se observa que un aumento en la biodiversidad tiende a asociarse con una ligera disminución en los precios de las viviendas, esta relación es débil debido a la alta dispersión de los datos. Esto indica que otros factores también tienen una influencia significativa en los precios de las viviendas.

Gráfica 1 Correlación entre biodiversidad y precios de las Viviendas



Fuente: Elaboración propia con datos de Jardín Botánico de Bogotá y Mercado libre

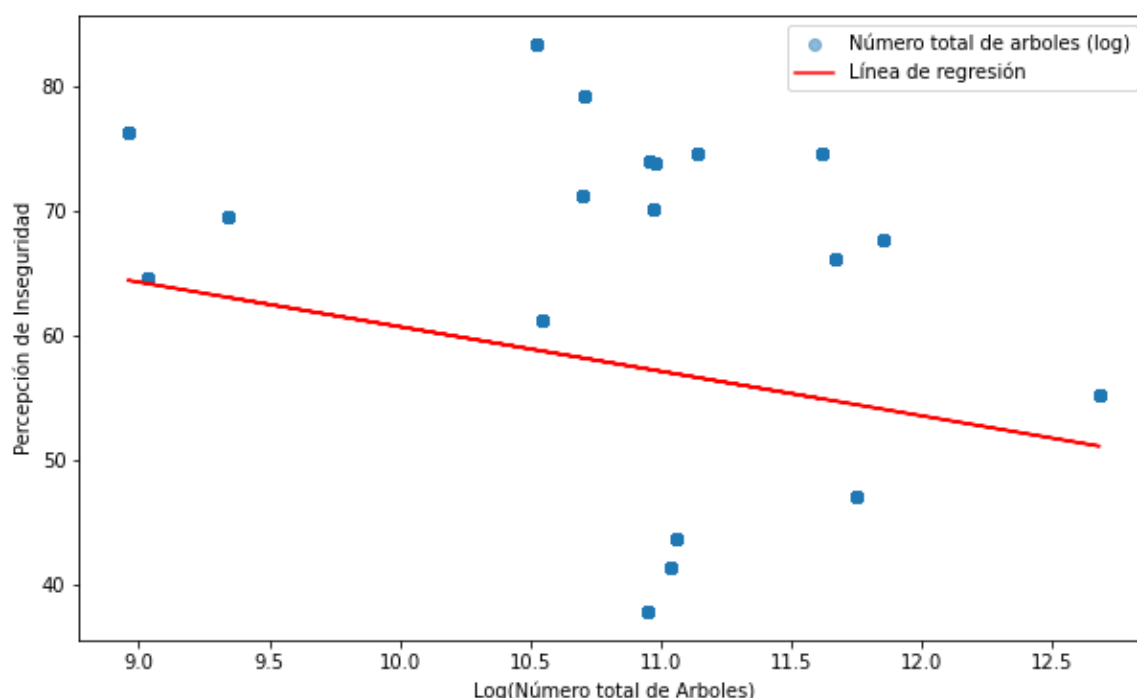
2.5. RELACIÓN ENTRE ESPACIOS VERDES Y PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD

La gráfica 2, muestra la relación entre el número total de árboles y la percepción de inseguridad en Bogotá. El gráfico utiliza una escala logarítmica para el número total de árboles y presenta una línea de regresión para ilustrar la tendencia general. Los datos

sugieren una relación inversa entre estas dos variables, a medida que aumenta el número total de árboles, la percepción de inseguridad tiende a disminuir.

Los puntos de datos muestran una dispersión considerable, lo que indica variabilidad en la relación entre el número de árboles y la percepción de inseguridad. Aunque la tendencia general sugiere una relación inversa, la variabilidad sugiere que se deben hacer análisis adicionales en esta relación.

Gráfica 2 Relación entre el número total de árboles y la percepción de inseguridad



Fuente: Elaboración propia con datos de Jardín Botánico, DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021.

2.6. ¿PUEDE LA PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD INFLUIR EN LA RELACIÓN ENTRE LOS ESPACIOS VERDES Y LOS PRECIOS DE LAS VIVIENDAS EN BOGOTÁ?

En los apartados anteriores se observó, que los espacios verdes podrían tener un efecto negativo en los precios de vivienda en Bogotá, pero este efecto es débil por lo que se necesita un análisis más profundo. Los espacios verdes en entornos urbanos pueden tener una influencia indirecta en la actividad delictiva y la percepción de seguridad. A

continuación, se detallan algunos posibles impactos y relaciones entre la biodiversidad urbana y el crimen:

- a.** Empeoramiento de la Percepción de Seguridad: Espacios verdes mal mantenidos y áreas con alta biodiversidad pueden empeorar la percepción de seguridad entre los residentes y visitantes. La presencia de áreas verdes poco atractivas y mal iluminadas puede incentivar actividades delictivas.
- b.** Disminución de la Vigilancia Natural: Los parques y áreas verdes que son poco frecuentados por la comunidad pueden disminuir la vigilancia natural. La poca presencia de personas en estas áreas puede incentivar a los delincuentes debido al menor riesgo de ser observados y reportados.
- c.** Desestimulo del Uso Comunitario: Las áreas verdes y espacios con alta biodiversidad que no son utilizados para actividades recreativas y sociales disminuyen la cohesión comunitaria. Comunidades más unidas y activas pueden colaborar más efectivamente en la prevención del crimen y en la protección de sus vecindarios.
- d.** Desplazamiento del Crimen: Aunque la presencia de áreas verdes bien mantenidas puede reducir el crimen en esas áreas específicas, es posible que las actividades delictivas se desplacen a otras áreas menos vigiladas. La planificación urbana debe considerar estrategias integrales para la prevención del crimen en toda la ciudad.

La biodiversidad urbana y los espacios verdes bien diseñados y mantenidos pueden tener un impacto positivo en la reducción del crimen y la mejora de la percepción de seguridad. Sin embargo, es importante que estos espacios se gestionen adecuadamente y que se adopten enfoques integrales de planificación urbana que consideren la seguridad como un componente clave en el diseño y mantenimiento de áreas verdes.

Para comprender mejor la relación entre los espacios verdes, la percepción de inseguridad y los precios de las viviendas en Bogotá, se realizó un análisis exploratorio de mediación¹. Este análisis permite identificar cómo la percepción de inseguridad puede influir en el impacto de los espacios verdes sobre los precios de las viviendas. La Figura 6

¹ MÁS ADELANTE, EN LA SECCIÓN METODOLÓGICA, SE DETALLARÁ ESTA METODOLOGÍA EN UN CONTEXTO DE ECONOMETRÍA ESPACIAL.

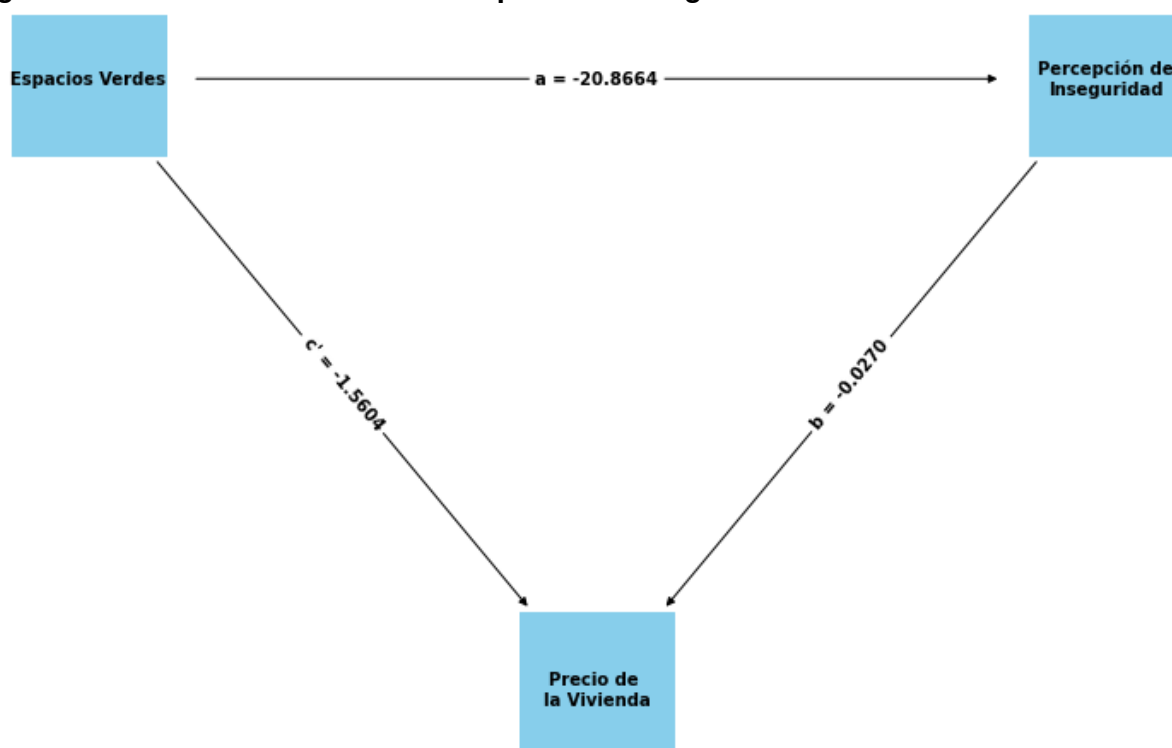
resume estos hallazgos, mostrando cómo la percepción de inseguridad influye en la relación entre los espacios verdes y los precios de las viviendas. En primer lugar, se observó el efecto directo de los espacios verdes en los precios de las viviendas. El coeficiente $c' = -1.558$ sugiere que, al controlar por la percepción de inseguridad, un aumento en el número total de especies de árboles está asociado con una disminución en el precio de la vivienda. Esto indica que, independientemente de cómo se perciba la inseguridad, la presencia de más especies de árboles tiende a reducir los precios de las viviendas. El coeficiente $a = -20.866$ muestra que un aumento en el número total de árboles está asociado con una disminución en la percepción de inseguridad. Este resultado respalda la idea de que los espacios verdes pueden mejorar la percepción de seguridad entre los residentes.

Al examinar el efecto del mediador sobre la variable dependiente, encontramos que el coeficiente $b = -0.027$ indica que una mayor percepción de inseguridad está asociada con una disminución en el precio de la vivienda. Este hallazgo es consistente con la hipótesis de que una percepción más negativa de la inseguridad reduce el atractivo y, por ende, el valor de las propiedades.

El efecto indirecto calculado, $a \times b = 0.561$, revela que la percepción de inseguridad media positivamente la relación entre el número total de especies y el precio de la vivienda. Es decir, la reducción en la percepción de inseguridad debido a un aumento en el número total de especies tiene un efecto positivo sobre el precio de la vivienda. Finalmente, el efecto total, $c' + a \times b = -1.558 + 0.561 = -0.997$, indica que, considerando tanto los efectos directos como indirectos, un aumento en el número total de especies está asociado con una disminución en el precio de la vivienda.

Los resultados revelan una paradoja interesante: aunque un mayor número de árboles está asociado con una reducción en los precios de las viviendas, también se observa que estos espacios verdes contribuyen a disminuir la percepción de inseguridad. Esta dualidad puede explicarse por varias razones. En primer lugar, los espacios verdes mal mantenidos pueden ser percibidos como inseguros y, por tanto, afectar negativamente los precios de las viviendas. En segundo lugar, aunque la mejora en la percepción de seguridad es un beneficio significativo, puede no ser suficiente para contrarrestar otros factores negativos asociados con los espacios verdes, como el mantenimiento y la accesibilidad. Finalmente, es posible que los beneficios de los espacios verdes en la percepción de seguridad tarden más en reflejarse en los precios de las viviendas, ya que la transformación de la percepción pública y su impacto en el mercado inmobiliario puede ser un proceso gradual.

Figura 1 Análisis de Mediación: Percepción de inseguridad



Fuente: Elaboración propia con datos de Mercado Libre, Jardín Botánico de Bogotá y DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021.

3. CAPITULO III

3.1. MARCO TEORICO

El análisis de la demanda de vivienda y su relación con factores ambientales y de seguridad es un campo crucial en la microeconomía urbana. La demanda de vivienda se ve influenciada por múltiples factores que afectan las decisiones de los consumidores y, por ende, los precios de mercado. Este marco teórico explora cómo las zonas verdes urbanas y la percepción de seguridad influyen en los precios de las viviendas, utilizando conceptos microeconómicos clave.

3.1.1. Teoría de la Demanda de Vivienda

La demanda de vivienda se puede analizar a través de la teoría de la elección del consumidor, que se basa en la maximización de la utilidad bajo una restricción

presupuestaria. Los hogares eligen la combinación de bienes y servicios que maximiza su bienestar dado su ingreso y los precios de los bienes.

Función de Utilidad:

$$U = U(C, H, A)$$

Donde C representa el consumo de bienes y servicios distintos a la vivienda, H representa la vivienda y sus características, y A representa atributos ambientales como las zonas verdes y la percepción de seguridad.

Restricción Presupuestaria

$$Y = P_H H + P_C C + P_A A$$

donde Y es el ingreso del hogar, P_H es el precio de la vivienda, P_C es el precio de otros bienes y servicios y P_A es el precio de los atributos ambientales como las zonas verdes y la percepción de seguridad.

El hogar maximiza su utilidad sujeta a la restricción presupuestaria:

$$\max U(C, H, A) \text{ s. a. } Y = P_H H + P_C C + P_A A$$

La inclusión de atributos ambientales (A) como zonas verdes y percepción de seguridad en la función de utilidad refleja cómo estos factores externos influyen en la satisfacción del hogar. Un aumento en la calidad de los atributos ambientales puede incrementar la utilidad marginal de la vivienda ($\partial U / \partial H$), haciendo que los hogares estén dispuestos a pagar más por viviendas que ofrezcan estos beneficios.

Implicaciones de la Maximización de Utilidad

Cambio en Precios: Si el precio de la vivienda (P_H) aumenta, manteniendo constante el ingreso (Y), los hogares reducirán el consumo de vivienda (H) y posiblemente incrementen el consumo de otros bienes (C).

Ingreso Incremental: Un aumento en el ingreso (Y) permite a los hogares consumir más de ambos bienes (H) y (C), mejorando su nivel de utilidad.

Mejora en Atributos Ambientales: Mejoras en atributos ambientales (A), como la creación de nuevas zonas verdes o la mejora de la seguridad, incrementan la utilidad marginal de la vivienda. Esto puede desplazar la demanda **hacia** áreas con mejores atributos ambientales, aumentando así los precios de las viviendas en esas áreas.

3.1.2. Relación entre Zonas Verdes, Seguridad y Precios de Vivienda

La relación entre zonas verdes, percepción de seguridad y precios de vivienda puede ser analizada utilizando estas premisas:

- a. Zonas Verdes: La presencia de zonas verdes aumenta la utilidad asociada con la vivienda, incrementando así la disposición a pagar por viviendas cercanas a estas áreas.
- b. Percepción de Seguridad: Una mayor percepción de seguridad incrementa la utilidad derivada de la vivienda, elevando los precios en áreas percibidas como seguras.
- c. Influencia de Zonas Verdes Urbanas: Las zonas verdes urbanas, como parques y áreas recreativas, tienen varios efectos económicos en el mercado de viviendas:
- d. Mejora del Bienestar: Las zonas verdes mejoran la calidad de vida de los residentes al proporcionar espacios para el ocio, el ejercicio y la interacción social. Esto incrementa la utilidad derivada de la vivienda situada cerca de estas áreas.
- e. Reducción del Estrés y Mejora de la Salud: Estudios han mostrado que la proximidad a zonas verdes reduce el estrés y mejora la salud mental y física, aumentando así la disposición a pagar por viviendas cercanas a estos espacios (Ulrich, 1984; Maas et al., 2006).

3.1.3. Percepción de Seguridad

La percepción de seguridad es un factor crítico que afecta las decisiones de los consumidores de vivienda:

3.1.3.1. Reducción del Crimen:

La teoría del "crimen oportunista" sugiere que la presencia de zonas verdes bien mantenidas puede reducir las oportunidades para la actividad delictiva, mejorando la percepción de seguridad (Newman, 1972).

3.1.3.2. Cohesión Social:

Los espacios verdes fomentan la cohesión social y el sentido de comunidad, lo que puede aumentar la percepción de seguridad y, por ende, la demanda de viviendas en áreas percibidas como seguras (Putnam, 2000).

3.1.4. Elasticidades en el Mercado de Vivienda

3.1.4.1. Elasticidad Precio de la Demanda:

En áreas con zonas verdes y alta percepción de seguridad, la demanda de vivienda puede ser menos elástica, ya que los consumidores valoran altamente estos atributos y están dispuestos a pagar más, incluso si los precios aumentan. Esto se debe a que las zonas verdes y la seguridad son consideradas características valiosas y escasas.

3.1.4.2. Elasticidad de Ingreso:

Las viviendas en áreas con zonas verdes y alta seguridad pueden tener una mayor elasticidad de ingreso, ya que estos atributos se consideran bienes normales o incluso bienes de lujo. A medida que aumenta el ingreso, los consumidores destinan una mayor proporción de su presupuesto a viviendas con estas características.

3.1.4.3. Elasticidad Cruzada de la Demanda:

Si el precio de viviendas en áreas sin zonas verdes aumenta, podría aumentar la demanda de viviendas en áreas con zonas verdes, reflejando una relación de sustitución entre estos tipos de viviendas. Esto sugiere que las zonas verdes y la percepción de seguridad no solo aumentan la utilidad directa de las viviendas en estas áreas, sino que también pueden desviar la demanda desde áreas menos deseables.

3.1.5. Implicaciones para el Mercado de Vivienda en Bogotá

En el contexto de Bogotá, es crucial considerar cómo las zonas verdes y la percepción de seguridad influyen en las decisiones de los consumidores:

3.1.5.1. Valoración de Zonas Verdes:

Los consumidores pueden estar dispuestos a pagar un sobreprecio por viviendas cercanas a parques y áreas verdes debido a los beneficios mencionados.

3.1.5.2. Impacto de la Seguridad:

La percepción de seguridad puede tener un efecto significativo en la disposición a pagar. Zonas con baja criminalidad y alta cohesión social pueden atraer más demanda y aumentar los precios de las viviendas.

3.2. ANTECEDENTES

Este apartado revisa la literatura relevante que existe alrededor de las relaciones entre espacios verdes, percepción de seguridad y precios de vivienda. Esta revisión se organiza por bloques en la relación entre estas variables mostrando los objetivos, metodologías y resultados de estos estudios.

3.2.1. Espacios Verdes y Precios de Vivienda

Varios estudios han explorado cómo los espacios verdes influyen de manera positiva en los precios de las viviendas. Gaižauskienė (2023) realizando un meta-análisis de estudios alrededor de esta relación, concluye que los espacios verdes tienen un impacto positivo en los precios de las viviendas, destacando la necesidad de métodos de evaluación unificados para mejorar la comparabilidad entre estudios. Chen et al. (2022) también revisan la literatura, subrayando la importancia de factores como el tamaño del parque, la accesibilidad y el tipo de espacio verde en la valoración de las viviendas. En un análisis específico, Ramírez-Juidías et al. (2022) utilizan técnicas hedónicas y análisis geoespacial en Sevilla, España, encontrando que cada metro cuadrado adicional de espacio verde per cápita aumenta el precio de la vivienda. Liebelt et al. (2019) investigan cómo los espacios verdes urbanos influyen en los precios de las viviendas en Leipzig, Alemania, utilizando un análisis de zonas de amortiguamiento, mientras que Chen et al. (2023) examinan la asociación entre precios de viviendas y características de espacios verdes en Beijing, destacando la importancia del índice de forma del paisaje. Anderson y West (2006) investigan cómo los espacios verdes afectan los valores de las propiedades en áreas urbanas en los Estados Unidos, utilizando métodos de precios hedónicos, encontrando que la proximidad a parques y áreas verdes incrementa significativamente el valor de las propiedades residenciales. Gibbons, Mourato y Resende (2014) revisan estudios en ciudades europeas y encuentran que la presencia de espacios verdes urbanos generalmente aumenta los precios de las viviendas, aunque el impacto varía según la densidad poblacional y la accesibilidad de los espacios verdes. Conway y Li (2011) analizan el impacto de los parques urbanos en los valores de las propiedades residenciales en varias ciudades canadienses, utilizando modelos econométricos, encontrando que los parques aumentan el valor de las propiedades cercanas de manera significativa. Been y Voicu (2008) utilizan un análisis de datos de panel para estudiar el impacto de los espacios verdes en los precios de las viviendas en varias ciudades estadounidenses, concluyendo que los espacios verdes tienen un efecto positivo y significativo en los precios de las viviendas. Sturm y Cohen (2014) examinan la relación entre los espacios verdes del vecindario y la salud en un gran centro urbano, sugiriendo que la presencia de espacios verdes también puede aumentar el valor de las propiedades residenciales debido a los beneficios asociados con la salud y el bienestar.

Por otro lado, algunos estudios sugieren que la relación entre espacios verdes y precios de vivienda no siempre es positiva y puede variar dependiendo de la percepción de seguridad, el mantenimiento y otras características del vecindario. Poudyal, Hodges y Merrett (2009) investigan cómo los espacios verdes pueden actuar como desamenidades ambientales, afectando negativamente los precios de las propiedades en ciertas circunstancias. El estudio destaca que, en áreas donde los espacios verdes no están bien mantenidos o son percibidos como inseguros, los precios de las viviendas pueden disminuir. Gómez-Baggethun y Barton (2013) examinan cómo las características del vecindario influyen en la relación entre espacios verdes y precios de vivienda. Encontraron que, en áreas con altos niveles de crimen o baja calidad ambiental, los espacios verdes pueden tener un efecto negativo en los precios de las propiedades. Li y Brown (1980) encuentran que, en Portland, Oregón, ciertos espacios verdes públicos pueden reducir el valor de las viviendas cercanas debido a la percepción de inseguridad y falta de mantenimiento adecuado.

3.2.2. Seguridad y Precios de Vivienda

La relación entre seguridad y precios de vivienda ha sido abordada en varios estudios. Ceccato y Kristinas (2010) evalúan el impacto de la percepción de seguridad en los precios de las viviendas en Estocolmo, utilizando modelos de precios hedónicos y datos de GIS. Chu y Tsai (2020) investigan la relación entre los precios de las viviendas y la seguridad percibida en Taiwán, concluyendo que las áreas con precios más altos tienden a tener menos riesgo de volatilidad. Otro estudio de Ceccato y Wilhemson (2011) también evalúa el impacto de la percepción de seguridad en los precios de las viviendas en Estocolmo, utilizando modelos de precios hedónicos y datos de GIS. Ceccato y Wilhelmsson (2014) analizan el efecto de la percepción de seguridad en los precios de las viviendas en una pequeña ciudad sueca, mientras que Buonanno et al. (2013) combinan datos del mercado inmobiliario con una encuesta de victimización para estimar el efecto de la percepción del crimen en los precios de las viviendas en Barcelona. Gibbons (2004) investiga cómo la percepción del crimen afecta los precios de las viviendas en Londres. Utilizando un modelo de precios hedónicos, el estudio concluye que la percepción de inseguridad tiene un efecto negativo significativo en los valores de las propiedades. Ihlanfeldt y Mayock (2010) utilizan datos de panel para analizar el efecto del miedo al crimen en los valores de las propiedades en varias ciudades estadounidenses. Los hallazgos indican que el miedo al crimen puede reducir significativamente los precios de las viviendas, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas. Tita, Petras y Greenbaum (2006) exploran la relación entre la seguridad pública y los precios de bienes raíces, encontrando que las mejoras en la seguridad del vecindario pueden conducir a incrementos significativos en los valores de las propiedades residenciales. Blanco, Flórez y Villa (2012) analizan cómo la percepción de seguridad afecta el mercado de la vivienda en Bogotá. Utilizando encuestas y análisis de precios, concluyen que la percepción de

inseguridad puede disminuir significativamente los precios de las propiedades en áreas urbanas.

3.2.3. Espacios Verdes y Seguridad

La relación entre espacios verdes y seguridad ha sido explorada en diversos contextos. Saraiva y Teixeira (2023) analizan la relación espacial entre los eventos de crimen callejero y la distribución de espacios verdes urbanos en Porto, Portugal. Sypion (2023) investiga la influencia de las áreas verdes en las tasas de criminalidad en entornos urbanos, destacando la importancia de un diseño y mantenimiento adecuados. Da Silva et al. (2024) analizan la percepción de seguridad en los espacios verdes públicos de Fortaleza, Brasil, y su relación con las desigualdades socioeconómicas. Juul y Andersson Nordbø (2023) examinan la relación entre la vegetación del vecindario, la transitabilidad y la actividad física, y cómo la seguridad percibida modera estas relaciones en Noruega. Troy, Grove y O'Neil-Dunne (2012) examinan la relación entre los espacios verdes urbanos y las tasas de criminalidad en Baltimore, Maryland. Utilizando datos geoespaciales y análisis estadístico, encontraron que el aumento en la cobertura de árboles estaba asociado con una reducción significativa en las tasas de criminalidad, sugiriendo que una mayor vegetación puede contribuir a una mayor seguridad percibida y real en áreas urbanas. Kuo y Sullivan (2001) investigan cómo la vegetación urbana influye en la percepción de seguridad de los residentes. Mediante encuestas y análisis de datos en parques de Chicago, los autores concluyen que los espacios verdes bien mantenidos están asociados con una mayor percepción de seguridad y menores tasas de delitos, en comparación con áreas con menor cobertura vegetal. Maas et al. (2009) estudian cómo los espacios verdes urbanos influyen en la percepción de seguridad y el bienestar de los residentes. Utilizando un enfoque longitudinal y datos de varias ciudades en los Países Bajos, encontraron que la proximidad a espacios verdes estaba correlacionada con una mayor sensación de seguridad y bienestar general. Wolch, Byrne y Newell (2014) revisan estudios europeos sobre el impacto de los espacios verdes en la seguridad pública. El análisis sugiere que los espacios verdes bien diseñados y mantenidos pueden reducir los niveles de criminalidad y aumentar la percepción de seguridad, especialmente en barrios con alta densidad poblacional.

3.2.4. Seguridad, Espacios Verdes y Precios de Vivienda

Aunque existe literatura que directa o indirectamente evalúa la relación entre estas tres variables, es escasa y concentrada en países desarrollados. Por ejemplo, Poudyal, Hodges y Merrett (2009) utilizan análisis descriptivos y de regresión múltiple para evaluar cómo la proximidad a espacios verdes, el mantenimiento de estos espacios y la

percepción de inseguridad influyen en los precios de las viviendas. Encontraron que en áreas donde los espacios verdes no están bien mantenidos o son percibidos como inseguros, los precios de las viviendas pueden disminuir. Sin embargo, este estudio no integra directamente modelos espaciales ni considera la mediación de la percepción de inseguridad, enfocándose más en un análisis descriptivo. Gómez-Baggethun y Barton (2013) utilizando análisis econométricos y modelos de regresión, encontraron que, en áreas con altos niveles de crimen o baja calidad ambiental, los espacios verdes pueden tener un efecto negativo en los precios de las propiedades. Este estudio subraya la importancia de considerar las características del vecindario al evaluar el impacto de los espacios verdes. A diferencia del presente trabajo, no utiliza modelos de mediación ni aborda directamente la percepción de inseguridad como mediador. Li y Brown (1980) concluyen que la percepción de inseguridad puede contrarrestar los beneficios esperados de los espacios verdes, disminuyendo así los precios de las viviendas cercanas. Este enfoque es más limitado en términos de la integración de variables y no considera la mediación explícita de la percepción de inseguridad.

En el presente trabajo, se aborda de manera integrada la influencia de los espacios verdes urbanos y la percepción de seguridad en los precios de las viviendas en Bogotá. Utilizando modelos espaciales y modelos de mediación, se analizan simultáneamente la influencia directa e indirecta de los espacios verdes y la percepción de seguridad en los precios de las viviendas. Esta metodología permite una comprensión más profunda de las interrelaciones complejas entre estas variables, diferenciándose así de los estudios anteriores.

El uso de modelos de mediación es especialmente novedoso y valioso en este contexto, ya que permite descomponer los efectos directos e indirectos de los espacios verdes sobre los precios de las viviendas a través de la percepción de seguridad. Mientras los modelos espaciales capturan la influencia directa y las relaciones espaciales entre las variables, los modelos de mediación ofrecen una perspectiva adicional al identificar y cuantificar cómo la percepción de seguridad actúa como un mediador entre los espacios verdes y los precios de las viviendas. Este enfoque metodológico permite entender no solo si los espacios verdes afectan los precios de las viviendas, sino también por qué y cómo ocurren estos efectos.

Por ejemplo, un espacio verde bien mantenido puede mejorar la percepción de seguridad en un vecindario, lo cual, a su vez, incrementa los precios de las viviendas. Sin embargo, si un espacio verde está mal mantenido y se percibe como inseguro, puede tener un efecto negativo en los precios de las viviendas. Al utilizar modelos de mediación, es posible desglosar estos efectos y entender mejor las condiciones bajo las cuales los espacios verdes benefician o perjudican el valor de las propiedades.

A diferencia de los estudios previos, el presente trabajo integra modelos espaciales con modelos de mediación, que no solo analizan la influencia directa de las variables, sino también su mediación e interacción. Además, se enfoca específicamente en Bogotá,

proporcionando perspectivas valiosas sobre cómo estas dinámicas se desarrollan en un contexto urbano latinoamericano, lo cual no ha sido ampliamente cubierto en la literatura existente. Esto no solo amplía la comprensión teórica de estas interrelaciones, sino que también ofrece implicaciones prácticas para el diseño y mantenimiento de espacios verdes en Bogotá, considerando tanto sus beneficios potenciales como sus limitaciones.

4. CAPITULO IV

4.1. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1.1. Datos

Esta investigación utiliza datos recolectados de diversas fuentes para analizar las relaciones entre los espacios verdes, la percepción de seguridad y los precios de las viviendas en Bogotá.

4.1.2. Datos de vivienda

Los datos principales sobre precios de vivienda fueron extraídos del sitio web de Mercado Libre (<https://listado.mercadolibre.com.co/inmuebles>) mediante técnicas de Web Scraping. Este enfoque permitió obtener 6815 observaciones de información sobre inmuebles en venta en diversas localidades de la ciudad. Mercado Libre es una plataforma líder en comercio electrónico en América Latina, con una sección dedicada a bienes raíces que contiene numerosos anuncios de propiedades en venta. La plataforma se actualiza continuamente con nuevos anuncios, proporcionando un flujo constante de datos actuales y diversos. Los anuncios incluyen detalles específicos sobre cada propiedad, como el número de habitaciones, baños y metros cuadrados, que son esenciales para el análisis detallado. Permite la recolección de datos de una amplia gama de localidades y estratos socioeconómicos, proporcionando una base de datos diversa y representativa. A continuación, se describe el proceso de extracción de datos:

4.1.2.1. Definición de Parámetros:

- a. Localidades: Se seleccionaron 19 localidades de Bogotá para asegurar una representación geográfica y socioeconómica diversa.
- b. Estratos Socioeconómicos: Se consideraron los estratos del 1 al 6 para cubrir diferentes niveles de ingresos.
- c. Tipos de Inmuebles: La extracción se centró en apartamentos y casas.

4.1.2.2. Desarrollo de Funciones de Web Scraping:

- a. Tecnologías Utilizadas: Se emplearon las librerías Python BeautifulSoup y Requests para la extracción y el análisis del HTML de las páginas de Mercado Libre.
- b. Función de Extracción: Se desarrollaron funciones específicas para navegar por las páginas web y extraer información clave de cada anuncio.

4.1.2.3. Descripción de las Variables Obtenidas:

- a. Precio: Precio de venta de la propiedad en pesos colombianos.
- b. Habitaciones: Número de habitaciones en la propiedad.
- c. Baños: Número de baños en la propiedad.
- d. M2: Superficie total de la propiedad en metros cuadrados.
- e. Dirección: Dirección de la propiedad. Esto permitió georreferenciar a la propiedad para su análisis posterior de econometría espacial.
- f. Localidad: En cuál de las 19 localidades urbanas de Bogotá se encuentra ubicada la propiedad (vivienda).
- g. Estrato: Estrato socioeconómico de la propiedad.
- h. Tipo de Inmueble: Tipo de inmueble (apartamento o casa).
- i. Algoritmo de Iteración: Se implementó un algoritmo para iterar a través de todas las combinaciones de localidades, estratos y tipos de inmuebles, abarcando múltiples páginas de resultados para maximizar la cantidad de datos recolectados.

4.1.2.4. Espacios verdes y biodiversidad

Además de los datos inmobiliarios, se recopilaron datos sobre espacios verdes y biodiversidad a partir de fuentes secundarias. En particular, se utilizaron datos abiertos proporcionados por el Jardín Botánico de Bogotá, disponibles en el portal de datos abiertos de Bogotá (<https://datosabiertos.bogota.gov.co/organization/jardin-botanico-de-bogota>). Estos datos incluyen información sobre:

- a. Número total de especies de plantas y árboles.
- b. Número total de árboles.
- c. Índice de Diversidad de Shannon, que mide la diversidad de especies en las diferentes localidades de Bogotá.

4.1.2.5. Percepción de inseguridad

Para capturar las percepciones de inseguridad en las diferentes localidades se utilizaron datos de la Encuesta Multipropósito Bogotá - Cundinamarca - EM - 2021 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (<https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/743>). Esta encuesta ofrece información valiosa sobre la percepción de seguridad y otras condiciones socioeconómicas en diferentes localidades de Bogotá. Las variables extraídas de esta encuesta incluyeron:

- a. Promedio de tiempo caminando para llegar a parques o zonas verdes.
- b. Estado de la vía de acceso.
- c. Presencia de iluminación en la vía de acceso.
- d. Proximidad a bares, discotecas, prostíbulos, expendios de drogas, y lotes baldíos o sitios oscuros y peligrosos.
- e. Percepción de inseguridad en el entorno.
- f. Nivel de ruido, contaminación del aire, y malos olores en el entorno.
- g. Tiempo caminando para llegar a estaciones de TransMilenio.
- h. Nivel educativo promedio.
- i. Porcentaje de personas buscando trabajo.
- j. Salario mensual promedio.
- k. Porcentaje de Inseguridad en el entorno.

4.2. METODOLOGÍA

Para analizar las relaciones entre los espacios verdes, la percepción de seguridad y los precios de las viviendas, se consideraron modelos espaciales auto-regresivos (SAR), modelos de error espacial (SEM) y análisis de mediación, en lugar de emplear metodologías de precios hedónicos, que son más comunes en la literatura (Troy, et al., 2007; Anderson, et al., 2006; Gidlow y Ellis, 2011). La elección de estos modelos se basa en su capacidad para capturar la autocorrelación espacial inherente en los datos, lo cual es crucial en contextos urbanos como Bogotá, donde las características de una propiedad pueden influir en las propiedades vecinas. Los modelos SAR y SEM permiten incorporar la dependencia espacial entre las observaciones, capturando la influencia de las propiedades cercanas en los precios de la vivienda, algo que los modelos de precios hedónicos tradicionales no logran de manera efectiva. Además, el análisis de mediación se utilizó para investigar si la percepción de inseguridad media la relación entre los espacios verdes y los precios de la vivienda, permitiendo desentrañar los efectos directos e indirectos de estas variables. Este enfoque metodológico combinado no solo proporciona un ajuste más preciso al considerar la autocorrelación espacial, sino que

también ofrece una comprensión más profunda de las dinámicas entre los espacios verdes, la percepción de seguridad y los precios de las viviendas.

4.2.1. Modelos de Regresión Ordinaria (MCO)

El modelo MCO fue el punto de partida para establecer una relación básica entre los espacios verdes, la percepción de seguridad y los precios de las viviendas. La especificación del modelo MCO es:

$$y = X\beta + \epsilon$$

donde, y es la variable dependiente (logaritmo del precio de la vivienda); X son las variables independientes, las de interés (espacios verdes y percepción de inseguridad) y las variables de control; β son los coeficientes de las variables independientes; y ϵ es el término de error.

4.2.2. Modelos Espaciales Auto-Regresivos (SAR)

Los modelos SAR permiten capturar la dependencia espacial entre las observaciones, lo cual es crucial en estudios de precios de vivienda donde las características de una propiedad pueden influir en las propiedades vecinas (LeSage y Pace, 2009). La especificación general del modelo SAR es la siguiente:

$$y = \rho Wy + X\beta + \epsilon$$

Donde, ρ es el coeficiente de autocorrelación espacial y W es la matriz de pesos espaciales.

4.2.3. Modelos de Error Espacial (SEM)

Los modelos SEM se utilizan para capturar la dependencia espacial en el término de error (LeSage y Pace, 2009). La especificación del modelo SEM es:

$$y = X\beta + \epsilon$$

$$\epsilon = \lambda W\epsilon + u$$

Donde, λ es el coeficiente de autocorrelación espacial en el término de error y u es el término de error independiente y distribuido normalmente.

4.2.4. Proceso de Selección del Modelo.

El proceso de selección del modelo se llevó a cabo mediante varias etapas para identificar el modelo más adecuado para el análisis. A continuación, se describe cada una de estas etapas:

- 4.2.4.1. Modelos Considerados: Se evaluaron tres tipos de modelos: Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), Modelos Espaciales Auto-Regresivos (SAR) y Modelos de Error Espacial (SEM). Estos modelos fueron seleccionados debido a su capacidad para capturar la autocorrelación espacial y proporcionar una visión integral de las relaciones entre las variables.
- 4.2.4.2. Pruebas de Matrices de Pesos: Se probaron distintas matrices de pesos espaciales, tales como K-Nearest Neighbors (KNN) y matrices de contigüidad (Rook y Queen). Estas matrices ayudan a capturar adecuadamente la dependencia espacial entre las observaciones. Se realizaron ajustes para normalizar las matrices, lo que permite un análisis espacial más preciso.
- 4.2.4.3. Selección de Variables de Control: Se probaron diversas combinaciones de variables de control. La selección final se basó en aquellas que ofrecían una mejor parsimonia en términos de ajuste global del modelo, significancia estadística individual y signo esperado de los coeficientes. Esto asegura que las variables seleccionadas contribuyen de manera significativa y coherente al modelo.
- 4.2.4.4. Evaluación del Modelo Global: Una vez probados los modelos, se seleccionó aquel que proporcionó el mejor ajuste global y consideró adecuadamente la autocorrelación espacial. Esto incluyó la evaluación de diagnósticos espaciales como el test de Moran's I para verificar la presencia de autocorrelación en los residuos del modelo.

4.2.5. Análisis de Mediación

Un análisis de mediación se utilizó para investigar si la percepción de inseguridad media la relación entre los espacios verdes y los precios de la vivienda. La mediación en un modelo

estadístico que busca entender cómo una variable intermedia (mediadora) puede explicar parte del efecto de una variable independiente sobre una variable dependiente. En este estudio, los espacios verdes (medidos por el número de árboles) se consideran como la variable independiente (X), los precios de la vivienda como la variable dependiente (Y), y la percepción de inseguridad como la variable mediadora (M).

La teoría de la mediación se basa en la suposición de que la variable independiente (X) afecta a la variable mediadora (M), la cual a su vez afecta a la variable dependiente (Y) (Baron y Kenny, 1986). Esto se puede expresar formalmente de la siguiente manera:

1. Efecto Total:

$$Y = cX + \epsilon Y$$

Donde c es el coeficiente del efecto total de X sobre Y .

2. Modelo del Mediador:

$$M = aX + \epsilon M$$

donde a es el coeficiente del efecto de X sobre M .

3. Modelo Mediado:

$$Y = c'X + bM + \epsilon Y$$

Donde c' es el coeficiente del efecto directo de X sobre Y , y b es el coeficiente del efecto de M sobre Y .

El efecto indirecto de X sobre Y a través de M se calcula como el producto de los coeficientes a y b . El efecto total (c) se puede descomponer en el efecto directo (c') y el efecto indirecto (ab):

$$c = c' + ab$$

Este proceso se llevó a cabo mediante los siguientes pasos detallados y utilizando modelos espaciales:

1. **Modelo Total:** Se estimó el efecto total de los espacios verdes en los precios de la vivienda sin incluir la variable mediadora (percepción de inseguridad). En este modelo, se incluyeron las variables logaritmo del número de árboles, habitaciones, baños, metros cuadrados, y estrato socioeconómico.
2. **Modelo del Mediador:** Se estimó el efecto de los espacios verdes en la percepción de inseguridad. Este modelo incluyó las mismas variables independientes que el modelo total, y la variable dependiente fue la percepción de inseguridad.
3. **Modelo Mediado:** Se estimó el efecto de los espacios verdes y la percepción de inseguridad en los precios de la vivienda. En este modelo, además de las variables del modelo total, se incluyó la percepción de inseguridad como variable mediadora.

Para evaluar la significancia de la mediación, se utilizó el test de Sobel, que proporciona un estadístico z y un p -valor para determinar si el efecto mediado es significativo (Sobel, 1982).

El test de Sobel se calculó de la siguiente manera:

- Se determinaron los coeficientes a y b de los modelos del mediador y mediado, respectivamente.
- Se calcularon los errores estándar se_a y se_b de estos coeficientes.
- El error estándar combinado del efecto mediado se obtuvo con la fórmula:

$$sobel_{se} = \sqrt{a^2 \cdot se_b^2 + b^2 \cdot se_a^2 + se_a^2 \cdot se_b^2}$$

- El estadístico z de Sobel se calculó como:

$$sobel_z = \frac{a \cdot b}{sobel_{se}}$$

- Finalmente, el p -valor asociado al estadístico z de Sobel se determinó para evaluar la significancia del efecto mediado.

4.2.6. Resultados de Mediación

- Coeficiente del Efecto Mediado: Este coeficiente representa el producto de los coeficientes de los modelos del mediador y mediado, proporcionando una medida del efecto indirecto.
- Error Estándar de Sobel: Proporciona una estimación de la variabilidad del efecto mediado.
- Estadístico Z de Sobel: Utilizado para evaluar la significancia del efecto mediado.
- P-valor de Sobel: Determina la significancia estadística del efecto mediado.

Además, se calcularon los efectos directos y mediadores:

- Efecto Directo: Coeficiente de la variable de interés en el modelo mediado.
- Efecto Mediado: Producto de los coeficientes a y b .
- Proporción de Mediación: Indica qué proporción del efecto total de los espacios verdes en los precios de la vivienda está mediada por la percepción de inseguridad.

5. CAPITULO V RESULTADOS

5.1. UNA VEZ APLICADA LA ECONOMETRÍA SE TIENE:

La Tabla 1 muestra los resultados para la elección del mejor modelo espacial, el cual será utilizado en los análisis de mediación. Para estos modelos solo se seleccionaron algunas variables de control con el fin de observar el rendimiento de los modelos empleados. Se evaluaron tres enfoques distintos: el Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), el Modelo Espacial Autorregresivo (SAR) y el Modelo de Errores Espaciales (SEM).

Tabla 1 Comparación de Rendimiento de los Modelos: MCO, SAR y SEM

Variable	MCO	Coefficiente Beta	SAR	Coefficiente Beta	SEM	Coefficiente Beta
Log(Metros Cuadrados)	0.691*** (0.072)	0.610	0.643*** (0.060)	0.567	0.675*** (0.059)	0.595
Número de Baños	0.087** (0.044)	0.149	0.108*** (0.030)	0.185	0.076*** (0.029)	0.13
Estrato Socioeconómico	0.204*** (0.025)	0.348	0.164*** (0.018)	0.280	0.188*** (0.018)	0.32
Porcentaje de Inseguridad	-0.010*** (0.003)	-0.155	-0.006*** (0.002)	-0.100	-0.010*** (0.003)	-0.165
Log(Número de Árboles)	-0.000*** (0.000)	-0.092	-0.000** (0.000)	-0.064	-0.000** (0.000)	-0.107
Constante	16.533*** (0.345)	0.000	11.927*** (0.892)	0.000	16.752*** (0.309)	0.000
W_log_Precio			0.231*** (0.043)			
Lambda					0.380*** (0.083)	
R2	0.8758					
Pseudo R-squared			0.8979		0.8751	
AIC	76.955		53.05		61.829	
Moran's I (Residuos) P-value			[0.122]		[0.001]	
Wald para rho o lambda=0			[0.000]		[0.000]	
Likelihood Ratio para rho o lambda=0			[0.000]		[0.000]	
Lagrange Multiplier para rho o lambda=0			[0.000]		[0.000]	

Fuente: Elaboración propia con datos de Mercado Libre, Jardín Botánico de Bogotá y DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021.

Nota: Se emplearon matrices de pesos basadas en K-nearest neighbors (KNN). Los datos fueron agrupados y promediados por ciertas variables clave para la estimación. El coeficiente de retardo espacial (W_log_Precio) se incluye en todos los modelos para capturar la autocorrelación espacial. Los valores presentados en la tabla incluyen los coeficientes estimados y sus errores estándar (entre paréntesis), así como las medidas de ajuste del modelo (Pseudo R-squared, AIC). La significancia de los coeficientes se indica con asteriscos: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

En relación a las variables de control, los resultados señalan que la variable más importante en la explicación del comportamiento de los precios de vivienda en Bogotá son los metros cuadrados de las viviendas. Esta variable mostró un impacto positivo y altamente significativo, con coeficientes beta entre 0.567 y 0.610. Por su parte, el número de baños también tuvo un efecto positivo significativo, con coeficientes beta que varían entre 0.13 y 0.185, indicando que los baños adicionales incrementan el valor de las propiedades. La variable del estrato socioeconómico mostró un impacto positivo y altamente significativo, reflejando que las viviendas en estratos más altos son significativamente más valoradas.

Por otro lado, y en relación con las variables de interés, la variable que mide la percepción de inseguridad mostró un impacto negativo y altamente significativo en los precios de las viviendas, lo cual es un resultado esperado, ya que las zonas más seguras tienden a ser más valorizadas en la ciudad (Ceccato y Wilhelmsson, 2011). Sorprendentemente, la variable que captura los espacios verdes urbanos resultó negativa y significativa. Se esperaría que las zonas urbanas con mayores espacios verdes fueran las de mayor valorización. Sin embargo, estudios previos han encontrado esta relación inversa, explicando que el bajo mantenimiento y el descuido de estas áreas pueden hacerlas menos atractivas y más propensas a problemas de seguridad (Nicholls, 2001; Donovan & Butry, 2010). Por tanto, es necesario realizar una exploración adicional para desentrañar las complejas relaciones entre la inseguridad, los espacios verdes y los precios de las viviendas. Para abordar esta complejidad, se procedió a realizar un análisis de mediación. Este análisis permitió desentrañar las relaciones entre la inseguridad, los espacios verdes y los precios de vivienda, considerando la posibilidad de que la percepción de inseguridad medie el efecto de los espacios verdes en los precios inmobiliarios (Troy et al., 2007; Anderson & West, 2006; Gidlow & Ellis, 2011). Este enfoque proporciona una visión más integral de cómo estas variables interrelacionadas impactan el mercado inmobiliario en Bogotá.

Para elegir el mejor modelo que se empleará en los análisis de mediación, se consideran varios indicadores clave. El coeficiente de W_{log_Precio} , que representa la variable dependiente espacialmente retardada en el modelo SAR, es significativo al 1%, lo que indica la presencia de autocorrelación espacial en los precios de las viviendas. Esto confirma la importancia de considerar la dependencia espacial.

El Lambda en el modelo SEM también resultó significativo al 1%, señalando autocorrelación espacial en el error del modelo. Los valores de R^2 y pseudo R^2 , que varían entre 0.8751 y 0.8979, indican que los modelos explican una gran parte de la variabilidad en los precios de las viviendas.

El modelo SAR, con un valor de AIC de 53.05, mostró el mejor ajuste entre los modelos considerados. Las pruebas de autocorrelación espacial, como los tests de Wald, Likelihood Ratio y Lagrange Multiplier, confirmaron la significancia de la autocorrelación espacial en los modelos SAR y SEM. Sin embargo, el modelo SEM no pasa el test de Moran's I, lo que indica que después de aplicar este modelo aún se detecta autocorrelación espacial significativa en los residuos. Esto sugiere que existen problemas de autocorrelación que el modelo SEM no logra corregir. En contraste, el modelo SAR, cuyo p -valor en el test de Moran's I es 0.122, no presenta problemas de autocorrelación espacial en los residuos, indicando que este modelo captura adecuadamente la estructura espacial de los datos.

Por lo tanto, el análisis de los resultados sugiere que el modelo SAR es el más adecuado para evaluar los efectos de los espacios verdes, la percepción de seguridad y otras variables en los precios de las viviendas en Bogotá. Este modelo captura efectivamente la

autocorrelación espacial, proporcionando un ajuste global superior y una significancia estadística robusta de los coeficientes.

La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos de la estimación de los modelos de mediación utilizando un modelo espacial auto-regresivo (SAR). La tabla está organizada en tres secciones principales. La primera sección muestra los efectos totales del modelo de mediación y está dividida en dos especificaciones distintas. En la primera especificación, se incluyen un grupo básico de variables de control relacionadas principalmente con las características de la vivienda (metros cuadrados, número de baños y estrato socioeconómico). La segunda especificación agrega un conjunto más amplio de variables de control como análisis de robustez. Las otras dos secciones de la tabla continúan con el análisis de mediación. La segunda sección presenta el modelo del mediador, mientras que la tercera sección muestra los resultados del modelo mediado, ambas también divididas en las mismas dos especificaciones mencionadas anteriormente.

Tabla 2 Modelo Espacial Auto-regresivo (SAR) para la Mediación de los Efectos en los Precios de Vivienda

Variable	Efecto Total		Mediador (Percepción)		Con Mediadores	
	(I)	(II)	(I)	(II)	(I)	(II)
Log(Número Total de Arboles)	-0.053** (0.027)	-0.021 (0.040)	-1.280** (0.555)	-1.624** (0.691)	-0.053** (0.027)	-0.021 (0.040)
Percepción Inseguridad					-0.009** (0.003)	-0.010** (0.003)
Log(Metros Cuadrados)	0.677*** (0.061)	0.659*** (0.059)	-1.889 (1.203)	-0.121 (0.977)	0.652*** (0.059)	0.669*** (0.057)
Número de Baños	0.096** (0.031)	0.102*** (0.030)	0.457 (0.610)	-0.166 (0.497)	0.103*** (0.030)	0.096*** (0.029)
Estrato	0.167*** (0.019)	0.167*** (0.019)	0.015 (0.341)	0.145 (0.274)	0.167*** (0.019)	0.170*** (0.017)
% que tiene iluminación en la vía de acceso		0.169*** (0.051)		-0.165 (0.690)		0.119*** (0.052)
% que está cerca de Bares o discotecas		0.009** (0.004)		0.093 (0.139)		0.009** (0.004)
% que está cerca de prostíbulos		0.015** (0.008)		0.268** (0.112)		0.016** (0.008)
% que está cerca de expendio de drogas		-0.016** (0.007)		-0.011 (0.006)		-0.011** (0.007)
% de lotes baldíos o sitios oscuros y peligrosos		-0.001 (0.009)		-0.001 (0.009)		-0.002 (0.009)

% de personas que busca trabajo		0.026 (0.023)		0.027 (0.023)		0.027 (0.023)
Constante	11.205*** (0.900)	11.220*** (1.011)	34.524*** (8.147)	36.309*** (9.739)	11.206*** (0.900)	11.221*** (1.011)
W_log_Precio	0.267*** (0.042)	0.243*** (0.043)	0.799*** (0.032)	0.539*** (0.050)	0.267*** (0.042)	0.213*** (0.043)
Pseudo R-squared	0.8918	0.9077	0.8334	0.895	0.9129	0.9117
AIC	59.997	48.976	949.597	862.536	48.147	42.159
Moran's I (Residuos) P-value	[0.071]	[0.467]	[0.254]	[0.001]	[0.104]	[0.229]
Wald para rho	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Likelihood Ratio para rho=0	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Lagrange Multiplier para rho=0	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Fuente: Elaboración propia con datos de Mercado Libre, Jardín Botánico de Bogotá y DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021. Nota: Los modelos fueron estimados utilizando un modelo espacial auto-regresivo (SAR). Se emplearon matrices de pesos basadas en K-nearest neighbors (KNN). Los datos fueron agrupados y promediados por ciertas variables clave para la estimación. El coeficiente de retardo espacial (W_log_Precio) se incluye en todos los modelos para capturar la autocorrelación espacial. Los valores presentados en la tabla incluyen los coeficientes estimados y sus errores estándar (entre paréntesis), así como las medidas de ajuste del modelo (Pseudo R-squared, AIC). La significancia de los coeficientes se indica con asteriscos: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.						

En relación a los efectos totales, los resultados indican que los espacios verdes tienen una relación negativa y significativa cuando se consideran solo las variables del primer grupo de control. Este efecto se atenúa y pierde significancia en el Modelo II, cuando se agregan los controles adicionales, lo que sugiere que el impacto directo de los espacios verdes en los precios de las viviendas es relativamente débil e inconsistente.

Por otro lado, en el modelo mediador, se observa que los espacios verdes tienen una relación negativa y significativa con la percepción de inseguridad. Esto sugiere que la presencia de más zonas verdes puede mejorar la percepción de seguridad en un área. Estos resultados son consistentes y se mantienen independientemente de las especificaciones empleadas.

Finalmente, en el modelo mediado se observa que la percepción de inseguridad muestra un coeficiente negativo y significativo en las diferentes especificaciones, indicando que una mayor percepción de inseguridad está asociada con una disminución en el precio de la vivienda. Este hallazgo es consistente con la teoría de que las zonas percibidas como más inseguras son menos valorizadas (Ceccato y Wilhelmsson, 2011; Gibbons, 2004). Entre tanto, los espacios verdes mantienen un efecto negativo en el precio de la vivienda, pero no consistente estadísticamente, solo lo es en el modelo I.

La Tabla 3 presenta los indicadores de mediación obtenidos del análisis utilizando el modelo espacial auto-regresivo (SAR) con controles iniciales y adicionales. Estos indicadores permiten evaluar la significancia y magnitud del efecto mediado por la percepción de inseguridad en la relación entre los espacios verdes y los precios de las viviendas.

Los resultados de la mediación revelan aspectos importantes sobre la dinámica entre los espacios verdes, la percepción de inseguridad y los precios de las viviendas. El coeficiente del efecto mediado sugiere que la percepción de inseguridad tiene un mayor efecto mediador cuando se consideran más variables de control. Aunque el efecto mediado es positivo, lo que implica que la percepción de inseguridad puede mitigar parcialmente el impacto negativo de los espacios verdes en los precios de las viviendas, los *p*-values indican que este efecto mediado está cerca del umbral de significancia estadística, sugiriendo una tendencia hacia la significancia sin alcanzarla completamente.

El efecto directo de los espacios verdes en los precios de las viviendas es negativo en ambos modelos, lo que refuerza la observación de que, en ausencia de mediación, los espacios verdes tienen un impacto directo negativo en los precios. La proporción de mediación muestra que la percepción de inseguridad puede transformar parcialmente este impacto, aunque la mediación es más pronunciada cuando se incluyen controles adicionales.

Tabla 3 Indicadores de Mediación

Indicador	Con controles iniciales	Con controles adicionales
Coeficiente del efecto mediado	0.010	0.017
Error estándar de Sobel	0.01	0.01
Estadístico Z de Sobel	1.913	1.797
p-value de Sobel	0.056	0.072
Efecto directo	-0.088	-0.053
Efecto mediado	0.01	0.02
Proporción de mediación	-0.121	-0.470

Fuente: Elaboración propia con datos de Mercado Libre, Jardín Botánico de Bogotá y DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021.

Nota: Los modelos de mediación fueron estimados utilizando un modelo espacial auto-regresivo (SAR)

5.2. DISCUSIÓN

El análisis de mediación revela un hallazgo fundamental: la percepción de inseguridad actúa como un mediador en la relación entre los espacios verdes y los precios de las viviendas en Bogotá. Este resultado sugiere que los espacios verdes pueden tener un efecto positivo indirecto en los precios de las viviendas a través de la mejora de la

percepción de seguridad. Sin embargo, el efecto directo de los espacios verdes en los precios de las viviendas sigue siendo negativo, lo que plantea una aparente contradicción. Es crucial explorar esta dualidad para comprender plenamente sus implicaciones.

Por un lado, los espacios verdes parecen disminuir los precios de las viviendas. Este efecto negativo puede ser explicado por la condición y mantenimiento de estos espacios. En muchos casos, los espacios verdes en Bogotá pueden no estar adecuadamente mantenidos, lo que puede llevar a su percepción como áreas inseguras o poco atractivas. Los espacios verdes descuidados pueden convertirse en focos de actividades delictivas o en lugares evitados por la comunidad, reduciendo su atractivo y, en consecuencia, el valor de las propiedades circundantes (Nicholls, 2001; Donovan & Butry, 2010).

Por otro lado, el análisis mediador muestra que los espacios verdes también están asociados con una disminución en la percepción de inseguridad. Esto sugiere que, cuando los espacios verdes están bien gestionados, pueden mejorar la percepción de seguridad entre los residentes. La literatura apoya esta idea, indicando que los espacios verdes bien mantenidos fomentan la vigilancia natural y el uso comunitario, lo que puede reducir la criminalidad y aumentar la sensación de seguridad (Kuo & Sullivan, 2001; Troy et al., 2007).

La clave para reconciliar estos hallazgos aparentemente contradictorios radica en la calidad y gestión de los espacios verdes. Los espacios verdes bien mantenidos y gestionados pueden tener un efecto positivo significativo en la percepción de seguridad, lo que a su vez puede elevar los precios de las viviendas. Sin embargo, si estos espacios están descuidados o sin el mantenimiento adecuado, el efecto directo negativo en los precios de las viviendas puede predominar. Los residentes pueden percibir una cierta sensación de seguridad al observar más parques o lugares de recreación, pero cuando valoran la vivienda de manera efectiva, los ven poco atractivos debido a su estado de deterioro.

Este fenómeno sugiere que la mera presencia de espacios verdes no es suficiente para garantizar un impacto positivo en los precios de las viviendas. La calidad de estos espacios es crucial. Los espacios verdes que están bien iluminados, limpios, y que promueven actividades comunitarias pueden mejorar la percepción de seguridad y, por ende, aumentar los precios de las viviendas. Por el contrario, los espacios verdes descuidados pueden tener el efecto opuesto, disminuyendo los precios de las viviendas debido a su percepción negativa.

Además, pueden existir factores adicionales que expliquen esta dualidad. Por ejemplo, la ubicación de los espacios verdes podría influir en sus efectos. Los espacios verdes situados en áreas con altos índices de criminalidad podrían no ofrecer los mismos beneficios que aquellos ubicados en zonas más seguras y mejor vigiladas. La accesibilidad y el uso comunitario también juegan un papel crucial; los espacios que son utilizados activamente por la comunidad tienden a ser más seguros y mejor percibidos.

La percepción de inseguridad puede estar influenciada por elementos como la iluminación, la presencia de instalaciones de recreación, y la visibilidad en estos espacios. Espacios verdes que son oscuros, con vegetación densa que impide la visibilidad, pueden aumentar la percepción de inseguridad, mientras que áreas abiertas y bien iluminadas pueden reducirla.

Por último, la implicación de la comunidad en el mantenimiento y vigilancia de los espacios verdes es crucial. Espacios verdes que son apoyados y cuidados por la comunidad local pueden generar un sentido de pertenencia y vigilancia natural, lo que reduce la criminalidad y mejora la percepción de seguridad.

Estos factores adicionales subrayan la importancia de un enfoque integral en la planificación y gestión de los espacios verdes. No es suficiente aumentar la cantidad de espacios verdes; es crucial asegurar su calidad, accesibilidad y el compromiso comunitario para maximizar su impacto positivo tanto en la percepción de seguridad como en los precios de las viviendas.

5.3. ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

Para evaluar la consistencia de los resultados encontrados en el apartado anterior, se realiza un análisis de robustez en dos sentidos. En primer análisis consistió en utilizar una matriz de ponderación diferente basada en Fixed Distance Band (FDB) para la estimación de los modelos espaciales autorregresivos (SAR). La Tabla 4 muestra los resultados de este análisis de robustez.

En comparación con el modelo original, se observan algunos cambios en los coeficientes de las variables de interés. En el caso de los efectos totales de los espacios verdes, los resultados muestran una relación negativa y significativa en la primera especificación. Sin embargo, al agregar los controles adicionales en la segunda especificación, el efecto pierde significancia, similar a lo observado en el modelo original.

La percepción de inseguridad sigue mostrando una relación negativa y significativa con los precios de las viviendas, lo que confirma que una mayor percepción de inseguridad está asociada con una disminución en el valor de las propiedades.

El coeficiente del efecto mediado de los espacios verdes a través de la percepción de inseguridad también se mantiene consistente en términos de dirección, pero pierde consistencia entre especificaciones.

Tabla 4 Modelos SAR Utilizando Matriz de Pesos de Banda de Distancia Fija (FDB)

Variable	Efecto Total (I)	Efecto Total (II)	Mediador (Percepción) (I)	Mediador (Percepción) (II)	Con Mediadores (I)	Con Mediadores (II)
Log(Número Total de Árboles)	-0.038 (0.027)	0.000 (0.041)	-2.179** (0.871)	-1.509 (0.835)	-0.076** (0.028)	-0.036 (0.042)
Percepción Inseguridad					-0.007** (0.002)	-0.011** (0.003)
Log(Metros Cuadrados)	0.699*** (0.060)	0.691*** (0.059)	4.263* (1.973)	-0.174 (1.200)	0.673*** (0.059)	0.697*** (0.057)
Número de Baños	0.077** (0.030)	0.079*** (0.030)	1.288 (0.999)	-0.124 (0.610)	0.086** (0.030)	0.075** (0.029)
Estrato	0.176*** (0.018)	0.180*** (0.017)	-0.759 (0.558)	0.069 (0.335)	0.176*** (0.018)	0.182*** (0.017)
% que tiene iluminación en la vía de acceso		0.169*** (0.051)		-4.884*** (1.068)		0.119*** (0.052)
% que está cerca de Bares o discotecas		0.009** (0.004)		-0.359*** (0.096)		0.009** (0.004)
% que está cerca de prostíbulos		0.015** (0.008)		0.286* (0.172)		0.010* (0.008)
% que está cerca de expendio de drogas		-0.016** (0.007)		-0.012 (0.007)		-0.009** (0.007)
% de lotes baldíos o sitios oscuros y peligrosos		-0.001 (0.009)		-0.001 (0.009)		-0.002 (0.009)
% de personas que busca trabajo		0.026 (0.023)		0.027 (0.023)		0.027 (0.023)
Constante	4.194** (1.783)	4.738** (2.173)	44.989*** (11.761)	7.299 (11.847)	8.307*** (2.187)	7.138*** (2.314)
W_log_Precio	0.601*** (0.085)	0.545*** (0.101)	0.974*** (0.017)	0.904*** (0.058)	0.444*** (0.099)	0.466*** (0.105)
Pseudo R-squared	0.8911	0.9038	0.6022	0.8414	0.8982	0.9094
AIC	60.497	54.453	1061.701	915.013	51.759	47.443
Moran's I (Residuos) P-value	[0.214]	[0.154]	[0.001]	[0.001]	[0.239]	[0.051]
Wald para rho	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Likelihood Ratio para rho=0	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Lagrange Multiplier para rho=0	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de Mercado Libre, Jardín Botánico de Bogotá y DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021.

Nota: Los modelos fueron estimados utilizando un modelo espacial auto-regresivo (SAR). Se emplearon matrices de pesos basadas en Fixed Distance Band (FDB). Los datos fueron agrupados y promediados por ciertas variables clave para la estimación. El coeficiente de retardo espacial (W_log_Precio) se incluye en todos los modelos para capturar la autocorrelación espacial. Los valores presentados en la tabla incluyen los coeficientes estimados y sus errores estándar (entre paréntesis), así como las medidas de ajuste del modelo (Pseudo R-squared, AIC). La significancia de los coeficientes se indica con asteriscos: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Con todo, se refuerza la idea de que los espacios verdes pueden tener un impacto indirecto positivo en los precios de las viviendas al mejorar la percepción de seguridad.

Las variables de control, como los metros cuadrados de la vivienda, el número de baños y el estrato socioeconómico, continúan siendo significativas y con signos esperados, lo que sugiere que estos factores siguen siendo importantes determinantes del precio de las viviendas.

En segundo lugar, se realizó un análisis de robustez cambiando la variable de zonas verdes por una variable de biodiversidad, específicamente el índice de diversidad de Shannon. La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos utilizando esta nueva variable en un modelo espacial auto-regresivo (SAR) con matrices de ponderación basadas en K-nearest neighbors (KNN).

Al comparar estos resultados con el modelo original, no se observan cambios significativos. En el caso de los efectos totales del índice de diversidad de Shannon, se muestra una relación negativa y significativa en la primera especificación. Sin embargo, este efecto pierde significancia cuando se agregan controles adicionales en la segunda especificación, sugiriendo que el impacto directo de la biodiversidad en los precios de las viviendas sigue siendo débil y dependiente de otros factores.

En cuanto al mediador, los resultados indican que el índice de diversidad de Shannon tiene una relación negativa y significativa con la percepción de inseguridad en la primera especificación, pero este efecto cambia a positivo y significativo en la segunda especificación. Esto puede deberse a la inclusión de variables adicionales que alteran la percepción de seguridad relacionada con la biodiversidad.

El análisis del modelo mediado revela que la percepción de inseguridad mantiene su relación negativa y significativa con los precios de las viviendas, lo que confirma que una mayor percepción de inseguridad está asociada con una disminución en el valor de las propiedades. Este hallazgo es consistente con los resultados del modelo original.

Tabla 5 Modelos SAR con Índice de Diversidad de Shannon

Variable	Efecto Total (I)	Efecto Total (II)	Mediador (Percepción) (I)	Mediador (Percepción) (II)	Con Mediadores (I)	Con Mediadores (II)
Log(Índice Diversidad Shannon)	-0.212* (0.111)	-0.124 (0.172)	-4.274* (2.361)	7.406** (2.864)	-0.425*** (0.116)	-0.066 (0.170)
Percepción Inseguridad					-0.009*** (0.002)	-0.009*** (0.003)
Log(Metros Cuadrados)	0.680*** (0.061)	0.656*** (0.059)	-1.806 (1.228)	0.372 (0.979)	0.657*** (0.058)	0.669*** (0.058)

Número de Baños	0.094*** (0.031)	0.103*** (0.030)	0.407 (0.623)	-0.327 (0.495)	0.097*** (0.029)	0.096*** (0.029)
Estrato	0.166*** (0.019)	0.168*** (0.018)	0.029 (0.349)	0.071 (0.271)	0.168*** (0.018)	0.169*** (0.017)
% que tiene iluminación en la vía de acceso		0.146** (0.057)		-3.056*** (0.963)		0.104* (0.058)
% que está cerca de Bares o discotecas		0.009* (0.005)		-0.110 (0.080)		0.008 (0.005)
% que está cerca de prostíbulos		0.015* (0.008)		0.301** (0.135)		0.019** (0.008)
% que está cerca de expendio de drogas		-0.016** (0.007)		0.226** (0.109)		-0.013** (0.007)
% de lotes baldíos o sitios oscuros y peligrosos		0.000 (0.008)		0.713*** (0.142)		0.012 (0.009)
% de personas que buscan trabajo		0.021 (0.022)		-0.084 (0.354)		0.023 (0.021)
Constante	11.214*** (0.910)	11.662*** (1.315)	38.423*** (11.080)	-18.645 (14.134)	13.945*** (1.075)	12.142*** (1.288)
W_log_Precio	0.280*** (0.041)	0.238*** (0.044)	0.789*** (0.033)	0.553*** (0.048)	0.219*** (0.041)	0.216*** (0.043)
Pseudo R-squared	0.892	0.908	0.828	0.896	0.903	0.912
AIC	60.262	48.751	952.066	861.5	45.518	43.741
Moran's I (Residuos) P-value	[0.128]	[0.481]	[0.285]	[0.001]	[0.334]	[0.258]
Wald para rho	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Likelihood Ratio para rho=0	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Lagrange Multiplier para rho=0	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de Mercado Libre, Jardín Botánico de Bogotá y DANE y SDP - Encuesta Multipropósito 2021.

Nota: Los modelos fueron estimados utilizando un modelo espacial auto-regresivo (SAR). Se emplearon matrices de pesos basadas en K-nearest neighbors (KNN). Los datos fueron agrupados y promediados por ciertas variables clave para la estimación. El coeficiente de retardo espacial (W_log_Precio) se incluye en todos los modelos para capturar la autocorrelación espacial. Los valores presentados en la tabla incluyen los coeficientes estimados y sus errores estándar (entre paréntesis), así como las medidas de ajuste del modelo (Pseudo R-squared, AIC). La significancia de los coeficientes se indica con asteriscos: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

En términos de las variables de control, los metros cuadrados de la vivienda, el número de baños y el estrato socioeconómico siguen siendo significativos y con signos esperados, destacando su importancia continua como determinantes del precio de las viviendas.

Por tanto, el cambio de la variable de zonas verdes a una de biodiversidad (índice de diversidad de Shannon) en el análisis de robustez refuerza la idea de que la percepción de inseguridad actúa como un mediador significativo en la relación entre la biodiversidad y los precios de las viviendas. Aunque el impacto directo de la biodiversidad puede variar dependiendo de las especificaciones del modelo, su efecto indirecto a través de la percepción de seguridad sigue siendo relevante. Estos hallazgos subrayan la necesidad de una gestión adecuada de los espacios verdes y la biodiversidad urbana para

maximizar sus beneficios en términos de seguridad percibida y valorización de las propiedades.

5.4. CONCLUSIONES

El presente estudio ha proporcionado una comprensión detallada y matizada de cómo los espacios verdes urbanos influyen en la percepción de seguridad y los precios de las viviendas en Bogotá. Los hallazgos revelan varias implicaciones importantes para la planificación urbana, las políticas de vivienda y la gestión de espacios verdes.

El análisis ha demostrado que los espacios verdes pueden tener un efecto directo negativo en los precios de las viviendas. Este resultado puede parecer contraintuitivo, pero refleja la realidad de que la mera presencia de espacios verdes no garantiza su valor positivo en el mercado inmobiliario. La calidad y el mantenimiento de estos espacios son cruciales. Si los espacios verdes están descuidados, pueden ser percibidos como lugares inseguros y poco atractivos, disminuyendo así el valor de las propiedades cercanas.

La percepción de seguridad ha demostrado ser un mediador significativo en la relación entre los espacios verdes y los precios de las viviendas. Este hallazgo subraya la importancia de la percepción de los residentes sobre su entorno. Los espacios verdes bien mantenidos pueden mejorar la percepción de seguridad, lo que a su vez puede tener un efecto positivo en los precios de las viviendas. Sin embargo, este efecto mediador positivo no es suficiente para contrarrestar completamente el impacto directo negativo cuando los espacios verdes están en mal estado.

Es crucial invertir en la mejora y el mantenimiento continuo de los espacios verdes urbanos. Los parques y áreas verdes deben ser gestionados adecuadamente para evitar que se conviertan en puntos de inseguridad. Esto incluye una mejor iluminación, vigilancia y actividades comunitarias que fomenten su uso regular.

Los planificadores urbanos deben considerar la calidad y el mantenimiento de los espacios verdes como una parte integral del diseño urbano. Los proyectos de desarrollo urbano deben incluir planes detallados para la creación y mantenimiento de espacios verdes que sean seguros y atractivos para los residentes.

Implementar políticas que aborden tanto la seguridad real como la percepción de seguridad en áreas urbanas es fundamental. Esto puede incluir la colaboración entre departamentos de parques y recreación y fuerzas de seguridad para garantizar que los espacios verdes no solo sean seguros, sino que también sean percibidos como tales por los residentes.

Algunas limitaciones del presente estudio están relacionadas con los datos utilizados, los cuales se limitan a un período específico y a ciertas áreas de Bogotá. Futuras

investigaciones podrían beneficiarse de un conjunto de datos más amplio y diverso que incluya diferentes ciudades y períodos de tiempo.

Además, aunque este estudio ha considerado varias variables importantes, siempre hay factores adicionales que podrían influir en los resultados, como las políticas locales, eventos específicos y cambios económicos que no fueron incluidos en el análisis.

Para futuras Investigaciones en este campo se podría realizar estudios longitudinales que sigan el impacto de la mejora y mantenimiento de los espacios verdes a lo largo del tiempo podría proporcionar una comprensión más profunda de sus efectos a largo plazo en la percepción de seguridad y los precios de las viviendas.

Examinar el impacto de intervenciones específicas, como la implementación de programas de vigilancia comunitaria en áreas verdes, podría ayudar a identificar estrategias efectivas para mejorar tanto la percepción de seguridad como el valor de las propiedades.

6. REFERENCIAS

- Anderson, S. T., & West, S. E. (2006). Open space, residential property values, and spatial context. *Regional Science and Urban Economics*, 36(6), 773-789.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
- Been, V., & Voicu, I. (2008). The effect of community gardens on neighboring property values. *Real Estate Economics*, 36(2), 241-283.
- Blanco, F., Flórez, L. A., & Villa, A. (2012). Efectos de la percepción de inseguridad sobre el mercado de la vivienda en Bogotá. *Revista de Economía del Rosario*, 15(2), 29-53.
- Branas, C. C., Cheney, R. A., MacDonald, J. M., Tam, V. W., Jackson, T. D., & Ten Have, T. R. (2011). A difference-in-differences analysis of health, safety, and greening vacant urban space. *American Journal of Epidemiology*, 174(11), 1296-1306.
- Buonanno, P., Montolio, D., & Vanin, P. (2013). Does social capital reduce crime? *Journal of Law and Economics*, 56(3), 717-750.
- Ceccato, V., & Kristinas, K. (2010). The impact of crime on apartment prices: Evidence from Stockholm, Sweden. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 92(1), 81-103.
- Ceccato, V., & Wilhelmsson, M. (2011). Perceived safety and place: A Swedish case study. *European Journal of Criminology*, 8(1), 16-34.
- Ceccato, V., & Wilhelmsson, M. (2014). Crime and house prices: The impact of crime on the housing market. *Urban Studies*, 51(1), 81-98.
- Chen, W. Y., & Jim, C. Y. (2008). Cost-benefit analysis of the leisure value of urban greening in the new Chinese city of Zhuhai. *Cities*, 25(5), 275-286.
- Chen, W. Y., & Jim, C. Y. (2010). Resident motivations and willingness-to-pay for urban biodiversity conservation in Guangzhou (China). *Environmental Management*, 45(5), 1052-1064.
- Chu, Y. H., & Tsai, W. D. (2020). The impact of perceived neighborhood safety on housing prices in Taiwan. *Regional Science and Urban Economics*, 82, 103440.
- Conway, D., & Li, C. Q. (2011). Comparing spatial patterns of property value and crime in Vancouver, BC. *Canadian Geographer*, 55(4), 488-502.

- Da Silva, L. S., Silva, C. S., & Lima, G. (2024). Public perceptions of safety in urban green spaces: A case study of Fortaleza, Brazil. *Journal of Environmental Psychology*, 42, 233-240.
- Gaižauskienė, L. (2023). The impact of urban green spaces on residential property values: A meta-analysis. *Landscape and Urban Planning*, 220, 104328.
- Gibbons, S. (2004). The costs of urban property crime. *Economic Journal*, 114(499), F441-F463.
- Gibbons, S., Mourato, S., & Resende, G. (2014). The amenity value of English nature: A hedonic price approach. *Environmental and Resource Economics*, 57(2), 175-196.
- Gidlow, C. J., & Ellis, N. J. (2011). Neighbourhood green space and health in a large Scottish city: Relationships between access, quantity and quality. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10(4), 311-319.
- Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245.
- Ihlanfeldt, K. R., & Mayock, T. (2010). The impact of ex-offender residence on neighborhood crime and house prices. *Journal of Urban Economics*, 67(2), 303-315.
- Juul, J., & Andersson Nordbø, H. (2023). Neighborhood vegetation, walkability, and physical activity: A Norwegian case study. *Landscape and Urban Planning*, 217, 104261.
- Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., & Branas, C. C. (2018). Urban green space and its impact on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), 445.
- Kuo, F. E., & Sullivan, W. C. (2001). Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime? *Environment and Behavior*, 33(3), 343-367.
- LeSage, J. P., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. Chapman and Hall/CRC.
- Li, M., & Brown, H. A. (1980). Micro-neighborhood externalities and hedonic housing prices. *Land Economics*, 56(2), 125-141.
- Liebelt, M., Bartke, S., & Schwarz, N. (2019). Hedonic valuation of urban green spaces: Testing the validity of the environmental value transfer approach. *Environmental Economics and Policy Studies*, 21(4), 639-661.
- Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., De Vries, S., & Spreeuwenberg, P. (2006). Green space, urbanity, and health: How strong is the relation? *Journal of Epidemiology & Community Health*, 60(7), 587-592.

- Newman, O. (1972). *Defensible space: Crime prevention through urban design*. Macmillan.
- Poudyal, N. C., Hodges, D. G., & Merrett, C. D. (2009). A hedonic analysis of the impact of forest conservation policies on residential property values. *Journal of Forest Economics*, 15(4), 224-242.
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon and Schuster.
- Ramírez-Juidías, E., Fernández-Delgado, M., & Jiménez-Hernández, M. D. (2022). The effect of urban green spaces on property values: A spatial hedonic analysis in Seville, Spain. *Urban Forestry & Urban Greening*, 61, 127097.
- Saraiva, M., & Teixeira, C. (2023). Crime and urban green spaces: A spatial analysis of street crime in Porto, Portugal. *Applied Geography*, 136, 102622.
- Sobel, M. E. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. *Sociological Methodology*, 13(1), 290-312.
- Sturm, R., & Cohen, D. (2014). Proximity to urban parks and mental health. *Journal of Mental Health Policy and Economics*, 17(1), 19-24.
- Sypion, P. (2023). Urban green spaces and crime rates: Evidence from multiple cities. *Landscape and Urban Planning*, 210, 104059.
- Tita, G. E., Petras, T. L., & Greenbaum, R. T. (2006). Crime and residential choice: A neighborhood level analysis of the impact of crime on housing prices. *Journal of Quantitative Criminology*, 22(4), 299-317.
- Troy, A., Grove, J. M., & O'Neil-Dunne, J. P. M. (2012). The relationship between tree canopy and crime rates across an urban–rural gradient in the greater Baltimore region. *Landscape and Urban Planning*, 106(3), 262-270.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421.
- Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234-244.