

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EL RIESGO DE LOS ÁRBOLES URBANOS: UN ESTUDIO DE CASO SOBRE
LA PERCEPCIÓN DE DIFERENTES ESTRATOS DE LA SOCIEDAD EN EL
CONTEXTO DE MONTEVIDEO**

por

**Lucas CICERI CARRAU
Juan Andrés MUÑOZ GÓMEZ**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2020**

Tesis aprobada por:

Director:

MSc. Ing. Forestal Ana Paula Coelho

Dr. Ing. Agr. Virginia Gravina

MSc. Ing. Agr. Gabriela Jolochín

Fecha: 13 de febrero de 2020

Autores:

Lucas Ciceri Carrau

Juan Andrés Muñoz Gómez

AGRADECIMIENTOS

A nuestra tutora MSc. Ing. Forestal Ana Paula Coelho y co-tutor Dr. Ing. Agr. Mauricio Ponce cuyos aportes y tiempo dedicado fueron fundamentales para guiarnos y hacer posible la elaboración de esta tesis.

A los distintos profesores que nos ayudaron como a la Ing. Agr. (MSc.) Gabriela Jolochín quien nos ayudó a identificar las especies estudiadas. También a la Ing. Agr. (PhD.) Virginia Gravina por su colaboración en el desarrollo de las encuestas y estadística.

A nuestras familias por el apoyo constante, a todos los compañeros de facultad y amigos que nos han acompañado a lo largo de este camino universitario.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. EL RIESGO DE LOS ÁRBOLES.....	2
2.2. GESTIÓN DEL RIESGO.....	3
2.3. EVALUACIÓN DEL RIESGO.....	3
2.4. PERCEPCIÓN DEL RIESGO.....	7
2.5. ESTUDIOS SOCIALES.....	8
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	9
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO.....	9
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	10
3.3. ELECCIÓN DE LOS ÁRBOLES.....	10
3.4. DESARROLLO DE LAS ENCUESTAS Y SUS PARTICIPANTES	13
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	15
4.1. DEMOGRAFÍA BÁSICA.....	15
4.2. ANÁLISIS POR ESPECIES Y GRUPOS.....	15
4.3. ANÁLISIS POR ESCENARIO.....	17
4.3.1. <u>Eucalyptus</u>	17

4.3.2. <u>Tipuanas</u>	24
5. <u>CONCLUSIONES</u>	31
6. <u>RESUMEN</u>	33
7. <u>SUMMARY</u>	34
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	35
9. <u>ANEXOS</u>	39

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Indicadores de peligrosidad potencial del arbolado.....	5
2. Atributos de percepción del riesgo con los respectivos niveles.....	12
3. Distintos niveles seleccionados para los diferentes árboles.....	13
 Figura No.	
1. Imagen aérea del Parque José Batlle y Ordoñez, con la ubicación de los árboles seleccionados.....	9
2. Elección y caracterización de los árboles.....	11
3. Percepción del riesgo por especie para cada nivel.....	15
4 .Percepción del riesgo por especie, grupo y nivel.....	16
5. Percepción del riesgo por grupo para cada nivel y especie.....	17
6. Principales defectos del Árbol 10.....	18
7. Principales defectos del Árbol 1.....	19
8. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en el componente “probabilidad de falla”.....	20
9. Árbol 7 sobre la parada de autobús.....	21
10. Árbol 12 en la zona interna del parque.....	21
11. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en probabilidad de impacto.....	22
12. Detalle del Árbol 2 mostrando la gran rama con mayor probabilidad de fallar en una zona de tránsito frecuente de peatones.....	23
13. Árbol 9 inclinado con leve abultamiento del suelo.....	23
14. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en consecuencia.....	24
15. Árbol 13 con pocos defectos menores en zona poco transitada.....	24
16. Principales defectos encontrados en el Árbol 23.....	25
17. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en probabilidad de falla.....	26
18. Detalle de la gran rama del Árbol 16 en dirección al césped.....	27
19. Árbol 19 en la entrada del hospital de niños.....	27

20. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en probabilidad de impacto.....	28
21. Árbol 14 con la parte más probable de fallar pequeña.....	29
22. Árbol 17 con la parte más probable de fallar grande.....	29
23. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en consecuencia.....	30

1. INTRODUCCIÓN

Los árboles urbanos tienen múltiples beneficios para la sociedad como lo son los económicos, ambientales, recreativos, entre otros; pero al mismo tiempo presentan un riesgo. Este riesgo suele ser subestimado y a veces tratado de casualidad, pero con una adecuada evaluación y tratamiento correcto este se puede reducir.

El riesgo del arbolado urbano puede ser evaluado con niveles de precisión aceptable por parte de profesionales debidamente entrenados en técnicas y uso instrumental; sin embargo, la opinión del resto de la sociedad, que corresponde al público usuario podría ser radicalmente opuesta, ya que la percepción que constituye del riesgo del árbol, tiene que ver con sus propias concepciones y vivencias.

Conocer la percepción del riesgo que la sociedad tiene respecto de los árboles urbanos debiera permitir a quienes elaboran políticas e instrumentos públicos, generar las acciones tendientes a realizar una mejor gestión del riesgo, lo que conlleva en el mediano y largo plazo contar con una ciudadanía más participativa y a prolongar el árbol en la ciudad.

El objetivo general del presente trabajo fue conocer y comprender la percepción del riesgo de árboles urbanos por parte de la sociedad en la ciudad de Montevideo a través de un estudio de caso. Los objetivos específicos fueron identificar los componentes y atributos asociados al riesgo del arbolado urbano y correlacionarlos con la percepción de los distintos estratos de la sociedad estudiados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL RIESGO DE LOS ÁRBOLES

Para la Real Academia Española de la Lengua el riesgo se define como una contingencia o proximidad de un daño, mientras que peligro es un riesgo o contingencia inminente que suceda algún mal (RAE, 2018).

Ball (2007) define riesgo como la probabilidad de que ocurra algún evento adverso específico, dentro de un intervalo de tiempo determinado; mientras que Smiley et al. (2011) señalan que riesgo es la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento y la severidad de sus potenciales consecuencias, diferenciando riesgo de peligro señalando que éste último es la fuente probable de un daño (en este caso un peligro podría ser un árbol o las partes de él, identificadas como una posible fuente de daño).

Un árbol peligroso es aquel que presenta defectos estructurales que pueden provocar fallas tanto del árbol entero como de algunas de sus partes, y que podrían golpear un objetivo, sean personas o propiedades (Albers y Hayes 1993, Matheny y Clark 1994).

El término “identificación de peligro” suele ser utilizado para describir el proceso de inspeccionar y evaluar la condición estructural de los árboles, y el daño que podría ocurrir si fallara. Actualmente el término “evaluación de riesgo” aborda de forma estándar las etapas de identificación, análisis y valoración del riesgo (Smiley et al., 2011).

Para Calaza e Iglesias (2016) *“todo árbol presenta o tiene riesgo, no existe el riesgo cero”*, es decir, que el riesgo se puede manejar para mantenerlo en un nivel bajo, ya que para eliminarlo completamente habría que eliminar cada árbol. Dicho manejo debe resultar en un rango de riesgo aceptado por los jueces, las compañías aseguradoras y la sociedad en general, ya que no es viable garantizar la seguridad total o riesgo nulo.

El nivel de riesgo aceptado es aquel que no necesita ninguna acción de manejo asociada, ya que es tolerado por la sociedad a cambio de los beneficios que trae el arbolado (Norris, 2010). El mismo autor establece que *“si se espera que la evaluación del riesgo resulte creíble, deberá tener un criterio de riesgo medible y ajustado a los parámetros de aceptación social”*.

2.2. GESTIÓN DEL RIESGO

Según la norma ISO 31000:2018 la gestión del riesgo es el conjunto de *“actividades coordinadas para dirigir y controlar la organización con relación al riesgo”*. De forma más amplia, la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (ONU. EIRD, s.f.), la define como *el “proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse”*.

Los beneficios que brindan los árboles están directamente relacionados con el manejo y su relación con el entorno (Calaza e Iglesias, 2016). A modo de optimizar la gestión del arbolado, dichos autores sugieren que el primer paso a seguir es evaluar la estructura de los árboles para recabar información que permita tomar decisiones más acertadas.

En esta línea Kenny et al., citados por Calaza e Iglesias (2016), señalan que su manejo permite mantener una cantidad óptima de copa, manteniendo su forma natural apropiada y con un riesgo mínimo para la sociedad, a lo cual Calaza e Iglesias (2016) agregan que dicho manejo es el principal desafío de los árboles urbanos.

2.3. EVALUACIÓN DEL RIESGO

La evaluación del riesgo del árbol es un proceso sistemático para identificar, analizar y valorar el riesgo asociado con la falla o potencial falla del árbol, o con la parte del árbol, a través de la definición de las probabilidades que ocurra un evento y sus consecuencias (Dunster et al., 2017). Todos los métodos de evaluación visual del riesgo del arbolado son similares en el sentido de que consideran tres factores clave: la probabilidad de falla, la probabilidad de impacto y las consecuencias de la falla si se alcanza un objetivo (Matheny y Clark 1994, Pokorny 2003, Ellison 2005, Dunster et al. 2017).

Klein et al.¹ agregan que aun cuando estos factores son una característica común de los métodos, al aplicarlos puede surgir una gran variabilidad de resultados entre evaluadores y evaluaciones individuales, por lo cual el uso adecuado de los tres componentes puede agregar precisión y legitimidad a la evaluación. Estos tres componentes de riesgo a menudo se evalúan con una consideración cuidadosa de factores ambientales que pueden conllevar a fallas,

¹ Klein, R. W.; Koeser, A. K.; Hauer, R. J.; Hansen, G.; Escobedo, F. J. s.f. A Review of Tree Risk Assessment and Risk Perception Literature Relating to Arboriculture and Urban Forestry. University of Florida. Department of Environmental Horticulture. CLCE. IFAS. (sin publicar).

así como al análisis de los perfiles de falla por especie y el historial del sitio (Matheny y Clark, 1994).

Uno de los métodos de la International Society of Arboriculture (ISA, Matheny y Clark, 1994) denominado “Evaluation of Hazard Trees in Urban Areas”, es pionero en su especificidad y no solamente para áreas recreativas como sus antecesores (Wagener 1963, Johnson 1981, Albers y Hayes 1993). Dicho método propone los tres factores mencionados, utilizando para esto los términos “potencial de falla”, “tamaño de la parte defectuosa” y “clasificación del objetivo”. Por su parte el método “Quantified Tree Risk Assessment” (QTRA, Ellison, 2005) expande los conceptos desarrollados por Matheny y Clark (1994), permitiendo calcular el riesgo de daño a partir de los tres mismos factores, nombrados esta vez como “probabilidad de fallo”, “rangos de tamaño” y “rangos del objetivo”. Otro método es el “Tree Hazard: Risk Evaluation and Treatment System” (THREATS), desarrollado por Forbes-Laird (2010), que aporta en la identificación de árboles peligrosos y propuestas de manejo; ya que al inspeccionar el árbol se recaban datos de descripción y los problemas mediante una lista de verificación basada en posibles defectos, para el cálculo del riesgo se utilizan los tres factores como “puntuación de la falla”, “puntuación del objetivo” y “untuación del impacto”. Por otro lado, la ISA actualiza su método por un sistema cualitativo llamado “Best Management Practice” (BMP, Dunster et al., 2017), que clasifica el riesgo utilizando matrices de decisión basadas en los tres componentes nombrados como “probabilidad de falla”, “probabilidad de impacto” y “consecuencia”.

2.3.1. Probabilidad de falla

Un árbol sano pasa a ser potencialmente peligroso cuando su estructura se debilita por la presencia de defectos, los que se relacionan con heridas o podredumbres antiguas, ataques de patógenos, problemas fisiológicos, condiciones que limitan su crecimiento y desarrollo radicular, entre otros. Este riesgo potencial puede verse agravado por algunas condiciones climáticas como vientos fuertes o tormentas severas (Calaza e Iglesias, 2016).

La falla de un árbol se define como la pérdida de soporte mecánico en el sistema raíz-suelo o la rotura de una de sus partes (Dunster et al., 2017). En este contexto todos los árboles tienen potencial de fallar, pero el grado puede variar de acuerdo a la especie, forma de crecimiento, estado fitosanitario y presencia de defectos, historial de manejo, condiciones climáticas y cambios en el sitio (Matheny y Clark 1994, Pokorny 2003, Kane 2008). Además, es importante destacar que el ambiente de la ciudad favorece el potencial de falla más que el medio natural, dada la menor capacidad de respuesta del árbol (Calaza e Iglesias, 2016). En el cuadro 1 se resumen brevemente los siete indicadores de peligrosidad potencial de Pokorny (2003).

Cuadro No. 1. Indicadores de peligrosidad potencial del arbolado

Indicador	Descripción
Árbol, rama o rama terminal muerta	Las ramas en ejemplares muertos se descomponen y fallan primero dejando que el tronco se vaya deteriorando durante varios años.
Arquitectura pobre	Insinúan desequilibrio y debilidad tanto en ramas, tronco y árbol entero, sugieren una probabilidad alta de falla.
Uniones débiles	Uniones con corteza incluida, generalmente en forma de “v” o unión de los brotes epicórmicos a una rama o al tronco.
Madera descompuesta	Es el resultado de la interacción a largo plazo entre el árbol y los hongos descomponedores.
Grietas	Se forman cuando un tronco o rama no es capaz de soportar una carga determinada, en algunos casos por heridas mal cerradas.
Cancros	Pueden aparecer en ramas, tronco o raíces, donde la corteza y el cambium están muertos y la madera bajo esa corteza está desfigurada.
Sistema radicular	Cuando un ejemplar presenta daños muy extendidos en el sistema radicular, imposibilitando un sistema de anclaje adecuado.

Con respecto a la parte del árbol, identificar la parte más probable a falla, permite cuantificar indirectamente la consecuencia a través del tamaño de esta. En estudios proporcionados por el Gobierno de Madrid (Morcillo San Juan, 2017) se registran las caídas de árboles y ramas en zonas verdes, llegando a la conclusión que la caída de ramas es siete veces mayor que la caída de árboles enteros, siendo un dato importante para la evaluación de la probabilidad de falla de un individuo.

Los árboles ubicados en zonas urbanas suelen tener un espacio limitado para su desarrollo, además, estos suelos son poco profundos, compactados y están sujetos a fallas en las raíces. El desarrollo de la raíz puede estar restringido

por el pavimento circundante, creando un área de debilidad., por lo que las restricciones al desarrollo de la corona a menudo ocurren. Además, los árboles cercanos al tráfico están sujetos a heridas repetitivas, que pueden aumentar el potencial de falla (Matheny y Clark, 1994).

La especie también es un atributo importante en el factor probabilidad de falla, ya que se relaciona linealmente con las propiedades de resistencia de la madera (Mattheck y Breloer, 1994). Para hacer una buena evaluación de árboles se necesita un conocimiento amplio de las características de falla para diferentes especies, susceptibilidad a plagas y condiciones que provocan el estrés.

2.3.2. Probabilidad de impacto

Para Smiley et al., citados por Koeser et al. (2015), los objetivos son personas, propiedades o actividades relacionadas con los seres humanos, que tienen el potencial de ser dañadas o interrumpidas si un árbol o una parte de él falla.

La tasa de ocupación es la cantidad de tiempo que uno o más objetivos están presentes dentro del alcance de un árbol o sus partes aéreas, siendo una de las primeras consideraciones hechas por un profesional al evaluar el riesgo, siendo uno de los factores considerados más significativo en una evaluación (Ellison, citado por Koeser et al., 2015).

La mayoría de los sitios urbanos tienen múltiples objetivos presentes en un momento específico (Dunster et al., 2017). Al evaluar el riesgo, es importante estimar el nivel de ocupación de un objetivo en particular, así como los factores que pueden afectar la ocupación (Ellison, 2005). Por ejemplo, la presencia de objetivos peatonales en un parque varía mucho dependiendo de la hora del día, de manera similar, un banco del parque puede atraer personas a un sitio y prolongar la ocupación de un área.

En la mayoría de los métodos de evaluación visual del riesgo la tasa de ocupación es el atributo utilizado para valorar la probabilidad de impacto. Por eso las zonas de mayor uso público o que contienen estructuras de gran valor deben recibir mayor atención que zonas donde la ocupación es menor y sin estructuras consideradas de valor (Ellison, 2005); el mismo autor en el 2007 menciona que este atributo es el más importante y más fácil de cuantificar de una evaluación del riesgo y, por esto, debe ser el componente fundamental.

2.3.3. Consecuencia de la falla

Es importante considerar las consecuencias resultantes de las posibles fallas de un árbol. Smiley et al. (2011), comentan que las consecuencias para la infraestructura pueden ser mínimas, como los daños que resultan en reparaciones menores (por ejemplo, arreglar una cerca pequeña o la interrupción de la iluminación del jardín), o pueden ser mucho más graves en lo que respecta a la seguridad pública (por ejemplo, lesiones que llevan a la hospitalización o muerte).

De los atributos de percepción del riesgo, el tamaño de la parte es una medida indirecta de la proporción del daño que puede causar la caída de un árbol entero o parte de éste, siendo utilizado en la mayoría de los métodos de evaluación visual (Matheny y Clark 1994, Ellison 2005, Forbes-Laird 2010).

Según el método BMP/ISA (Dunster et al., 2017), otros atributos pueden incidir en la consecuencia, como la altura de caída y la existencia de protección para los objetivos.

2.4. PERCEPCIÓN DEL RIESGO

Sjoberg et al. (2004) definen la percepción de riesgo como *“la evaluación subjetiva de la probabilidad de que ocurra un tipo específico de accidente y cuán preocupados estamos de las consecuencias”*. A su vez, Smiley et al. (2011) observan que la percepción del riesgo y las amenazas a la seguridad personal, pueden variar de persona a persona. Por ello, cada individuo va a formar su percepción personal a partir de factores que lo hayan influenciado en el pasado.

Slovic (1987), afirma que todos los seres vivos deben tener la capacidad de detectar y evadir las condiciones ambientales nocivas para poder sobrevivir, pues tienen la capacidad de alterar el entorno, y esto puede reducir o aumentar el riesgo en respuesta.

Algunos expertos creen que la percepción del riesgo puede ser un factor disuasivo para la toma racional de decisiones, ya que las personas tienen una tendencia a ver el riesgo en una situación dada, donde no existe realmente (Slovic, 1987). En la misma línea, Botterill y Mazur, citados por Klein et al.¹, señalan que las percepciones de los expertos y del público difieren, donde los últimos tienden a ser más alarmistas, originada por la incertidumbre que rodea el tema.

Como la percepción del riesgo es subjetiva y depende de un conjunto de valores, preocupaciones o conocimientos (ISO, 2018), cuando los ciudadanos

perciben el riesgo, es probable que adopten diferentes formas de juzgarlo (Xia et al., 2017), y al momento de tomar una decisión, los individuos concluyan basándose en su propia tolerancia al mismo (Dunster et al., 2017).

Es por esto que los sociólogos y psicólogos han demostrado que un tratamiento muy racional del riesgo sólo puede ser brindado por expertos en un campo en particular, mientras que las personas sin conocimiento profesional del área en cuestión, tienden a percibir el riesgo basándose en sus emociones, es decir, perciben el riesgo a través del juicio directo e intuitivo (Rundmo, Slovic, citados por Xia et al., 2017).

2.5. ESTUDIOS SOCIALES

Al recolectar datos para estudiar fenómenos sociales el investigador suele enfrentar dificultades al momento de plantear un diseño metodológico. La fase de muestreo es determinante para la definición de una metodología y de las técnicas de recolección de datos, incidiendo en la validez y alcance de los resultados de la investigación (Salganik y Heckathorn, citados por Baltar y Gorjup, 2012).

Una técnica utilizada para lograr un mayor alcance en la recolección de datos es la “bola de nieve” donde (Atkinson y Flinto, citados por Baltar y Gorjup, 2012) lo definen como una técnica para difundir el muestreo a través de la sucesión de envíos que empiezan por un punto central, es decir, el investigador envía la primera encuesta o consulta y el receptor la reenvía a otro, que a su vez la reenvía a un tercero, y así sucesivamente. Esta metodología logra obtener una detección de unidades muestrales a través de redes directas e indirectas del investigador y del objeto en estudio.

Cuanto al uso de técnicas online (Brickman-Bhutta, citado por Baltar y Gorjup, 2012) comenta que se utiliza principalmente en la fase de recolección de datos a través de cuestionarios online, entrevistas mediadas por Internet, grabaciones y filmaciones en técnicas de observación participante.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo es un estudio de caso al tratarse de una situación específica, donde se evalúa como una unidad las percepciones de riesgo de los estratos sociales sobre los árboles.

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

El trabajo fue realizado en el Parque José Batlle y Ordoñez, ubicado en la ciudad de Montevideo, Uruguay, situado geográficamente en las coordenadas de latitud 34°53'44"Sur y longitud 56°09'00'Oeste.



Figura No. 1. Imagen aérea del Parque José Batlle y Ordoñez, con la ubicación de los árboles seleccionados

Fuente: Google Earth.

El clima de Montevideo es el Subtropical Húmedo (Cfa, según la clasificación climática de Köppen-Geiger, 1936), con una temperatura media anual de 16,7°C. El invierno es húmedo, ventoso y nublado, con ocurrencia de temporales y tormentas. Por otro lado, el verano es cálido y húmedo, con poco viento. Las lluvias son regulares durante todo el año, llegando alrededor de 1.100 mm (INUMET, 2017). Los vientos predominantes son de dirección Norte y las ráfagas provienen de las direcciones comprendidas entre SSE y WNW (IMFIA, 2006).

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

En 1891 mediante el plan de embellecimiento y ensanche de Montevideo el paisajista Edouard André diseñó este parque, que en su momento se denominó Parque Central; en 1907 Gabriel Pereira dona a la Junta Administrativa 11 ha destinadas al parque y luego se adquieren 38 ha más para formar el Parque Pereira. El 26 de junio de 1911 el arquitecto paisajista Carlos Thays toma la dirección técnica del proyecto, encargándose del diseño y ornamentación. En 1918 es nombrado Parque de los Aliados en homenaje a las naciones aliadas vencedoras en la primera guerra mundial y por último en 1930 se le designa Parque José Batlle y Ordoñez (IMM, s.f.).

El parque cuenta con una totalidad de 52,05 ha de los cuales el 74% corresponden a áreas verdes (FADU, 2008). Los usos actuales son áreas deportivas de carácter profesional (Estadio Centenario, Pista de Atletismo), culturales (Velódromo Municipal) y recreativo (juegos infantiles).

Las principales actividades realizadas son caminar/pasear/tomar sol en un 37%, tomar mate con un 15%, traer niños 11%, practicar deportes y hacer ejercicios 10%, pasear mascotas 5,7%, contemplar la naturaleza 3,9%, leer y estudiar 3,1% (FADU, 2008).

Además de las actividades nombradas, en las zona limítrofes están ubicados servicios médicos, como los hospitales Pereira Rossell, Italiano, Británico y Americano (Carrier y Peniza, 2010).

3.3. ELECCIÓN DE LOS ÁRBOLES

Las actividades de campo para la selección de los árboles fueron realizadas en el periodo comprendido entre el 10 de junio al 29 de julio de 2019.

Se eligieron dos géneros de árboles con presencia predominante en el parque. Uno es el género *Eucalyptus*, seleccionando cinco especies (*E. tereticornis*, *E. camaldulensis*, *E. polyanthemos*, *E. tricarpa* y el híbrido *Eucalyptus x trautii*) y el *Tipuana*, observándose la única especie *Tipuana tipu*. Para cada género fueron seleccionados 12 ejemplares, individuos que presentan los distintos atributos que integran cada uno de los factores de riesgo (cuadro 2) y, a su vez, los distintos niveles dentro de cada atributo, con el fin de representar situaciones desiguales a la hora de observarlos. En el cuadro 3 se encuentran los 24 árboles, donde se describen los atributos identificados para el desarrollo de la tesis.

Se tomaron las medidas dendrométricas de altura total y de la copa (en metros), circunferencia de la base (en centímetros), proyección de la copa (en metros) con dos medidas (Norte-Sur y Este-Oeste) y circunferencia a la altura del pecho (en centímetros).



Figura No. 2. Elección y caracterización de los árboles

Cuadro No. 2. Atributos de percepción del riesgo con los respectivos niveles

FACTORES	ATRIBUTOS	NIVELES
Probabilidad de falla	A. Defectos	1- Sin defectos posibles 2- Defectos menores que no perjudican la estructura del árbol 3- Defectos moderados 4- Árboles muertos o vivos con defectos mayores
	B. Parte del árbol	1- Copa y ramas 2- Tronco 3- Raíces y base radicular
Probabilidad de impacto	D. Tasa de ocupación	1- Uso raro 2- Uso ocasional 3- Uso frecuente 4- Uso constante / estructura
Consecuencia	E. Tamaño de la parte	1- 2.5 cm – 10 cm 2- 11 cm – 25 cm 3- 26 cm – 45 cm 4- > 45 cm

Cuadro No. 3. Distintos niveles seleccionados para los diferentes árboles

ID	Género	Defectos	Parte	Tasa de ocupación	Tamaño de la parte
1	Eucalyptus	2	1	3	1
2		2	1	4	1
3		4	1 y 2	3	2
4		3	1 y 3	3	1
5		2	1 y 2	4	1
6		3	1, 2 y 3	3	2
7		3	2	4	4
8		2	1	4	1
9		3	2 y 3	1	4
10		4	1, 2 y 3	3	3
11		4	1 y 2	2	2
12		2	1	2	1
13	Tipuana	1	1	2	1
14		2	1 y 2	3	2
15		2	1 y 2	3	2
16		2	1	2	2
17		2	1 y 2	3	4
18		3	1, 2 y 3	2	3
19		3	2	4	4
20		1	1, 2 y 3	2	1
21		1	1, 2 y 3	4	3
22		2	1	4	4
23		4	2	4	4
24		3	1 y 2	4	4

3.4. DESARROLLO DE LAS ENCUESTAS Y SUS PARTICIPANTES

Para el desarrollo de la encuesta se basó en el trabajo de Koeser et al. (2015), quienes fotografiaron diferentes escenarios modificándolos con un software de edición de imágenes, dando la apariencia de lluvia y colocando objetos donde no lo estaban, con la diferencia que en este trabajo se mostraron escenarios reales a partir de videos.

La encuesta se administró en línea utilizando un formulario de “Google” y videos de “YOU TUBE” mostrando los cuatro puntos cardinales del árbol en su totalidad, de forma estandarizada. Esta se inició con una serie de preguntas demográficas y profesionales básicas con el fin de clasificar la información, para

luego observar 24 escenarios de árboles donde debían indicar si perciben un riesgo bajo, moderado, alto o extremo para cada uno. Cabe destacar que se brindó una breve introducción del tema percepción del riesgo, y se indicó una definición de los niveles de riesgo para uniformizarlos. La encuesta completa se encuentra en el anexo 2.

El formulario en línea estuvo disponible por dos meses, desde el 26 de agosto hasta el 26 de octubre, logrando un total de 142 encuestados.

A la hora de dirigir las encuestas se hizo una previa clasificación de personas en tres estratos (lo que se observa entre paréntesis son los términos utilizados en el procesamiento estadístico): con conocimiento, con experiencia (profesionales); con conocimiento, sin experiencia (estudiantes y egresados de cursos relacionados a agronomía, forestales y paisajismo); y sin conocimiento, sin experiencia (comunidad).

Los primeros son personas que trabajan con arboricultura e interactúan cotidianamente con el tema; en el segundo estrato son personas que estudian o estudiaron carreras relacionadas a la temática y por último las personas de la comunidad sin conocimiento del tema.

La técnica utilizada para difusión de la encuesta fue la “bola de nieve”, donde se seleccionaron un representante institucional para cada estrato.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para ordenar los resultados obtenidos de las encuestas, los datos fueron descargados y ordenados en Microsoft Office Excel 2010. Para análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva.

Se buscó correlacionar el riesgo percibido con los atributos de los árboles (cuadros 2 y 3) y con características de la población muestreada, como género, rango de edad y estrato.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DEMOGRAFÍA BÁSICA

De los 142 encuestados incluidos en este estudio, 99 pertenecen al grupo comunidad, 34 a estudiantes y 9 son profesionales; del total de estos datos el 54,2% son masculinos y el 45,8% femeninos, siendo similar la distribución dentro de los grupos, con 47,5% mujeres en la comunidad, las estudiantes fueron el 41,2% y las profesionales 44,4%.

El grupo de edad más frecuente fue el de 25 a 34 años con un 31,7% del total de encuestados, siguiéndolo con un 26,8% el rango de 18 a 24 años. Para los profesionales el rango modal fue de 25 a 34 años con un 44,4%.

4.2. ANÁLISIS POR ESPECIES Y GRUPOS

De los 3408 datos proporcionados por las encuestas entre 71 y 78% de las personas registraron niveles de riesgo intermedios (moderado – alto) para *Eucalyptus* y *Tipuana*, respectivamente (figura 3), demostrando una clara preferencia por el nivel moderado. A su vez, para el nivel extremo adjudicaron casi el doble para *Eucalyptus* que para *Tipuana* (10,5% y 6,3%). Los niveles menos seleccionados (bajo y extremo) fueron más adjudicados para los eucaliptos, lo que indicaría una mayor facilidad en diferenciar riesgos muy bajos o muy altos en esta especie que en las tipuanas.

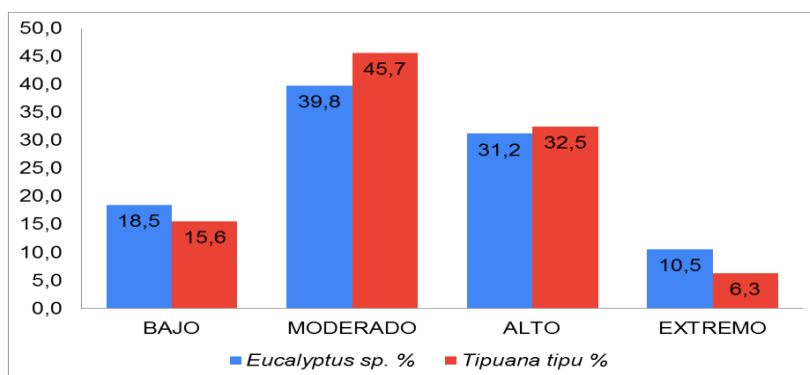


Figura No. 3. Percepción del riesgo por especie para cada nivel

En la figura 4 se observa que los *Eucalyptus* tuvieron un porcentaje mayor de percepción en nivel extremo (promedio de 62,5%) de forma similar entre los grupos, y en nivel bajo (57%), similar entre la comunidad y los profesionales. Para este nivel, los estudiantes percibieron el nivel bajo similar para ambas especies.

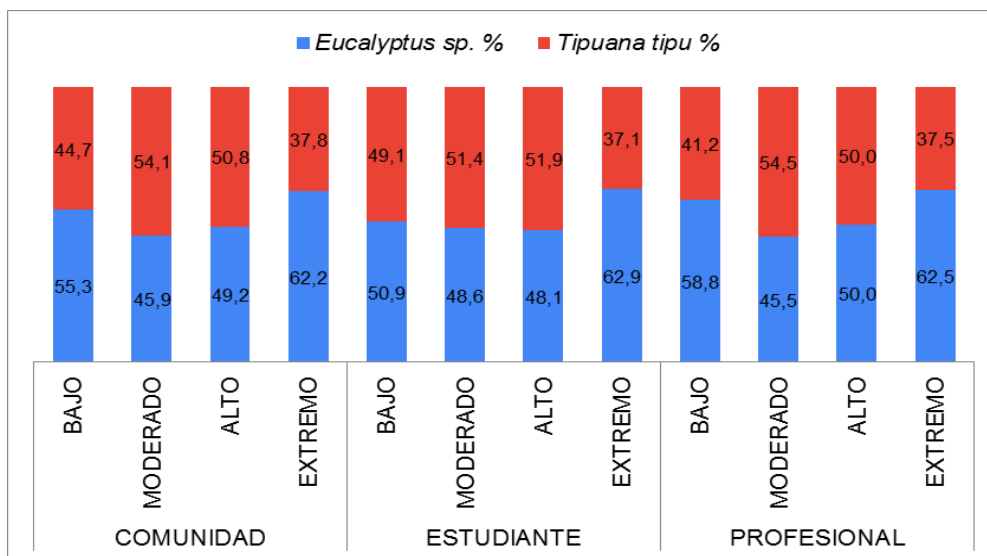


Figura No. 4. Percepción del riesgo por especie, grupo y nivel

En la figura 5 se observa como se distribuye el total de las asignaciones por grupo en las distintas especies y niveles.

También se observa una concentración de respuestas adjudicadas a los niveles intermedios, reiterándose lo observado en las figuras 3 y 4. Para los tres grupos el nivel moderado tiene la misma proporción de valores concedidos para ambas especies. A su vez, los profesionales asignan proporcionalmente menos para el nivel extremo, comparado a los otros grupos y, a su vez, tuvieron mayor proporción en el nivel alto.

Los grupos comunidad y estudiantes presentaron mayores valores extremos (6% en eucaliptus y 3% en tipuana), lo que se asocia al estudio realizado por Freundeberg (1988) donde dice que los juicios ciudadanos pueden ser erróneos por información equívoca o por prudencia donde es más profundo de lo que comúnmente se cree. Aunque los juicios ciudadanos a menudo incorporan información errónea, también pueden reflejar un tipo de prudencia más profundo de lo que comúnmente se cree. Por otro lado, los profesionales tienen más experiencia y más conocimiento de la casuística relacionada a la falla de árboles y suelen ser más confiados.

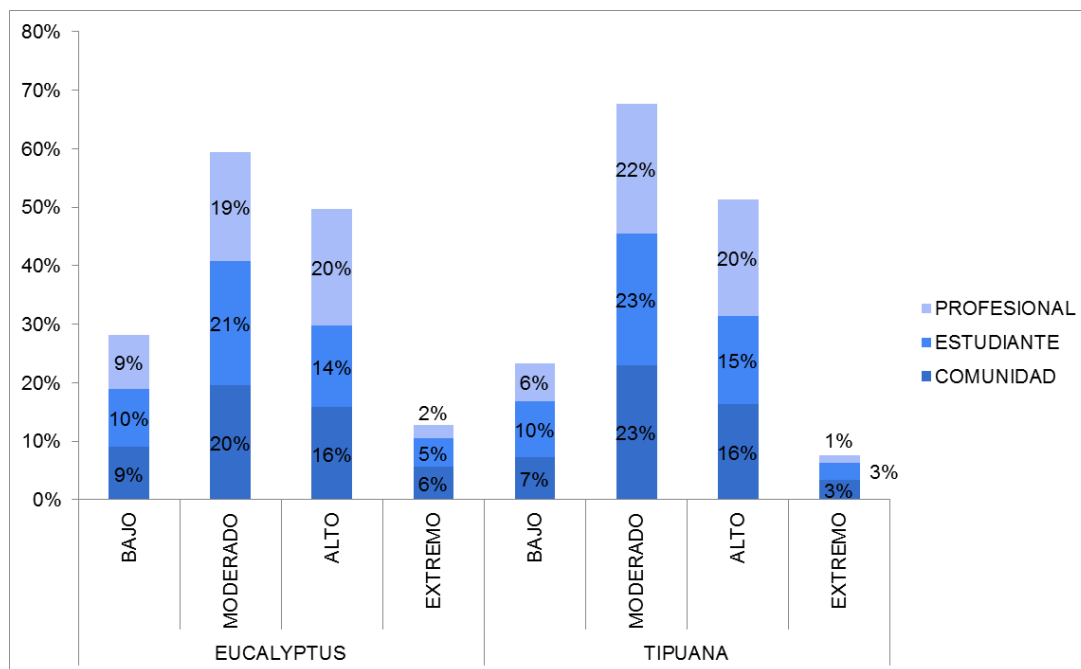


Figura No. 5. Percepción del riesgo por grupo para cada nivel y especie

La comunidad y los estudiantes tuvieron más percepciones a niveles extremos que los profesionales, lo que se ajusta a lo que indican Klein et al. (2016), que la experiencia y la capacitación atenúan las calificaciones de probabilidad de falla y ocupación.

4.3. ANÁLISIS POR ESCENARIO

Para cada componente del riesgo se realizó una comparación de dos árboles contrastantes de la misma especie, seleccionándolos según los valores de la tabla de atributos que se le adjudicaron en el revelamiento de datos, que se pueden observar en el cuadro 3.

4.3.1. Eucalyptus

En la figura 8 se compararon las respuestas de los Árboles 1 y 10 según probabilidad de falla. El Árbol 1 está en una plazoleta en una avenida con tránsito de vehículos en una velocidad máxima de 45 km/h y peatones, además hay una estatua de valor arquitectónico; presenta defectos menores en ramas pequeñas, fue seleccionado por mostrar en general un buen estado sanitario (figura 7). A su vez, el Árbol 10 está sobre la acera en una zona donde hay un tránsito moderado de peatones y vehículos con velocidad máxima de 45 km/h, además de ser una zona de estacionamiento diurno; presenta defectos significativos en todas las

partes del árbol y mal estado sanitario, destacando un hormiguero en la base del tronco, ramas muertas y exceso de heridas de podas (figura 6).



Figura No. 6. Principales defectos del Árbol 10



Figura No. 7. Principales defectos del Árbol 1

Para el Árbol 1 los datos acumulados en bajo y moderado son alrededor del 70% en los grupos comunidad y estudiantes, mientras que para los profesionales un 90%. El Árbol 10 presenta defectos de nivel 4 y tiene todas las partes del árbol afectadas, resultando sobre la percepción de la comunidad y estudiantes un promedio de 61% para los niveles alto y extremo, y para los profesionales 100% en estos mismos niveles. Como estos árboles tendrían la misma tasa de ocupación, podría indicar que el componente “probabilidad de falla” tuvo impacto en la percepción.

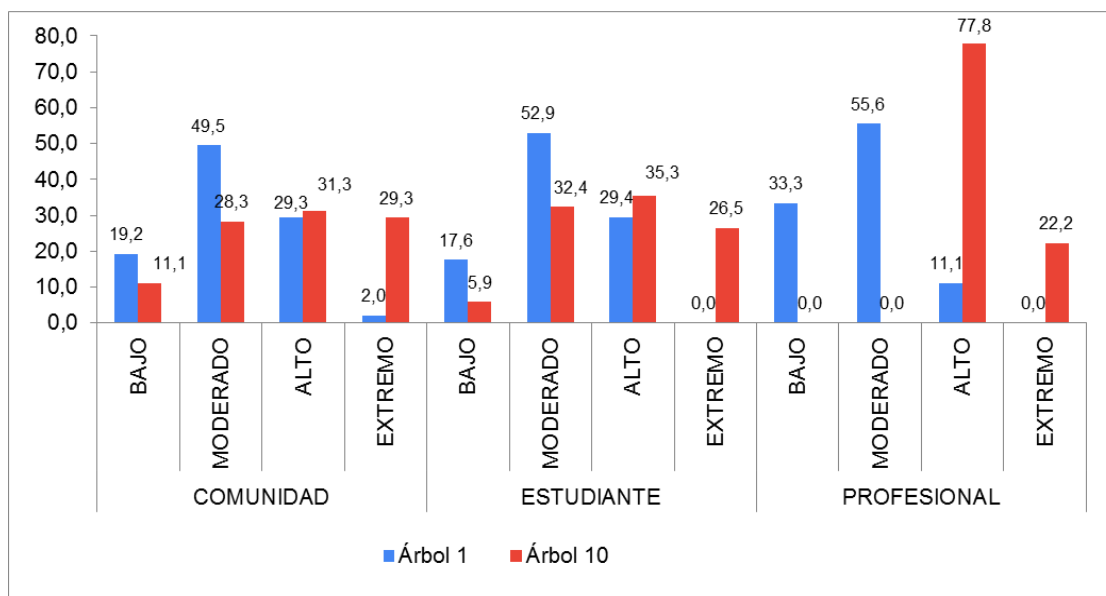


Figura No. 8. Comparación de las percepciones para arboles contrastantes en el componente “probabilidad de falla”

En la figura 11 se compararon las respuestas de árboles contrastantes según la probabilidad de impacto (tasa de ocupación). El Árbol 7 seleccionado se encuentra sobre una parada de autobús en una avenida con alto tránsito de vehículos con velocidad máxima de 60 km/h; presenta defectos moderados en el tronco (figura 9). El Árbol 12 está en la zona interior del parque, con un sendero muy poco transitado; presenta buen vigor y defectos menores en ramas estructurales (figura 10)



Figura No. 9. Árbol 7 sobre la parada de autobús



Figura No. 10. Árbol 12 en la zona interna del parque

Los grupos comunidad y estudiantes presentó un promedio de 15% en el nivel extremo para el Árbol 7 y 4% para el Árbol 12, mientras que los profesionales no asignaron valores en este nivel para ambos árboles, lo que indicaría que estos suelen centrarse más en los defectos y partes del árbol que en la tasa de ocupación (Ellison 2005, Koeser et al. 2015).

El Árbol 12 en los 3 grupos tuvo como nivel más seleccionado el bajo, con un promedio de 48%, mientras que el 7 fueron los niveles moderado y alto, con un promedio de 72% para los grupos comunidad y estudiantes y 89% para los profesionales. Esto podría indicar que la ubicación del árbol, es decir, el componente “probabilidad de impacto” incidió sobre la percepción.

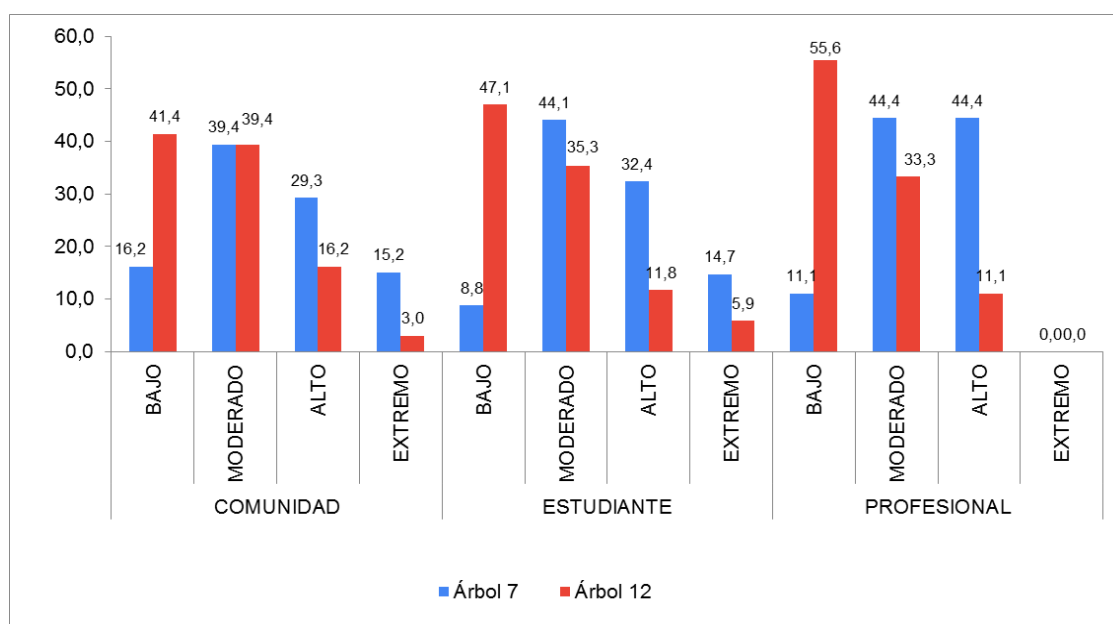


Figura No. 11. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en probabilidad de impacto

En la figura 14 se comparan las respuestas de los Árboles 2 y 9 según el tamaño de la parte. El Árbol 2 seleccionado está sobre la acera de una avenida con tránsito de vehículos con velocidad máxima de 45 km/h, presenta un buen estado sanitario y una gran rama horizontal hacia la avenida, con algún defecto menor que no perjudica la estructura del árbol (figura 12). El Árbol 9 tiene una gran inclinación con suave levantamiento del suelo, con probabilidad de vuelco, pero está ubicado en el interior del parque, sin senderos en la dirección de la probable caída (figura 13).



Figura No. 12. Detalle del Árbol 2 mostrando la gran rama con mayor probabilidad de fallar en una zona de tránsito frecuente de peatones



Figura No. 13. Árbol 9 inclinado con leve abultamiento del suelo

Se observa que en los grupos estudiantes y profesionales al Árbol 2 no le adjudicaron nivel extremo, pero al Árbol 9 le adjudicaron un promedio de 10%, lo

que indicaría que tuvo más peso el hecho de que haya una falla y el tamaño de la parte más probable de fallar que la proximidad de un objetivo, ya que el Árbol 9 se encuentra en la mitad del parque, con rara circulación de peatones en sus alrededores.

El nivel bajo fue bastante homogéneo para todos los grupos y árboles. Para el Árbol 2 el nivel más seleccionado por los grupos fue el moderado, mientras que el Árbol 9 predominó el nivel alto.

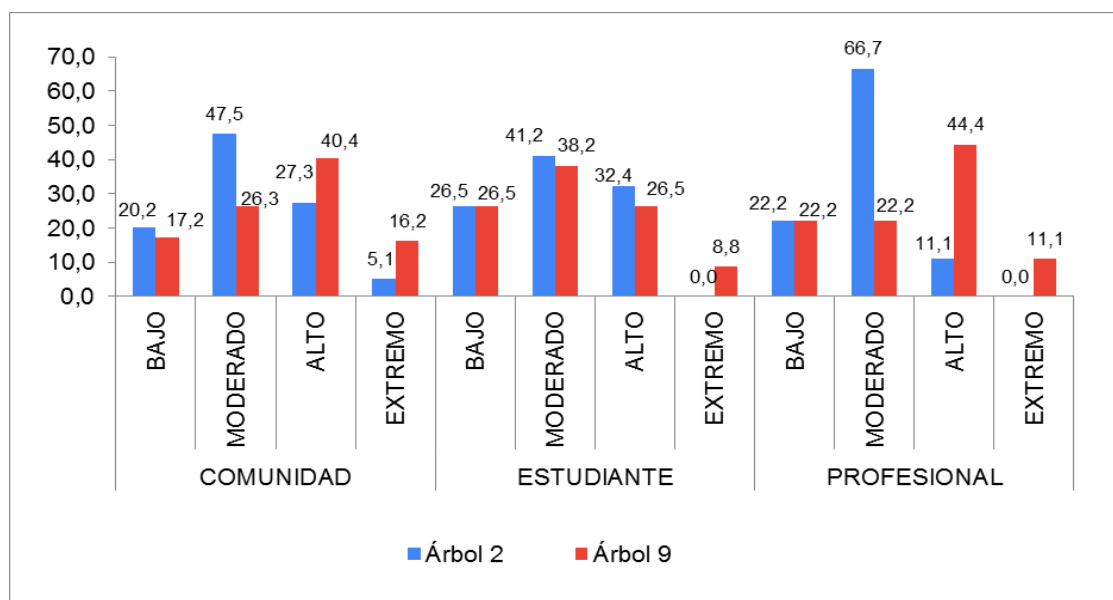


Figura No. 14. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en consecuencia

4.3.2. Tipuanas

La figura 17 se compara el Árbol 13 con el Árbol 23 centrándose en la probabilidad de falla. El Árbol 13 elegido se encuentra sobre un camino interno del parque, con poco tránsito de vehículos y la parte más probable de fallar está en la dirección del pasto, no presenta defectos visibles, resultando en una baja probabilidad de falla (figura 15). Mientras que el Árbol 23 está en la entrada del estacionamiento de un hospital y presenta defectos severos en ramas y tronco, donde se destaca un hormiguero en la base radicular (figura 16).



Figura No. 15. Árbol 13 con pocos defectos menores en zona poco transitada



Figura No. 16. Principales defectos encontrados en el Árbol 23

Los datos de la figura 17 muestran como la percepción de los grupos frente al Árbol 13 optaron por un nivel bajo, siempre superando el 50%. A su vez, el Árbol 23 tuvo un gran sesgo hacia los niveles moderado y alto. Además, este árbol tuvo en los grupos comunidad y estudiante un promedio de 6% en el nivel extremo, mientras que en el Árbol 13 solamente hubo 1% para la comunidad.

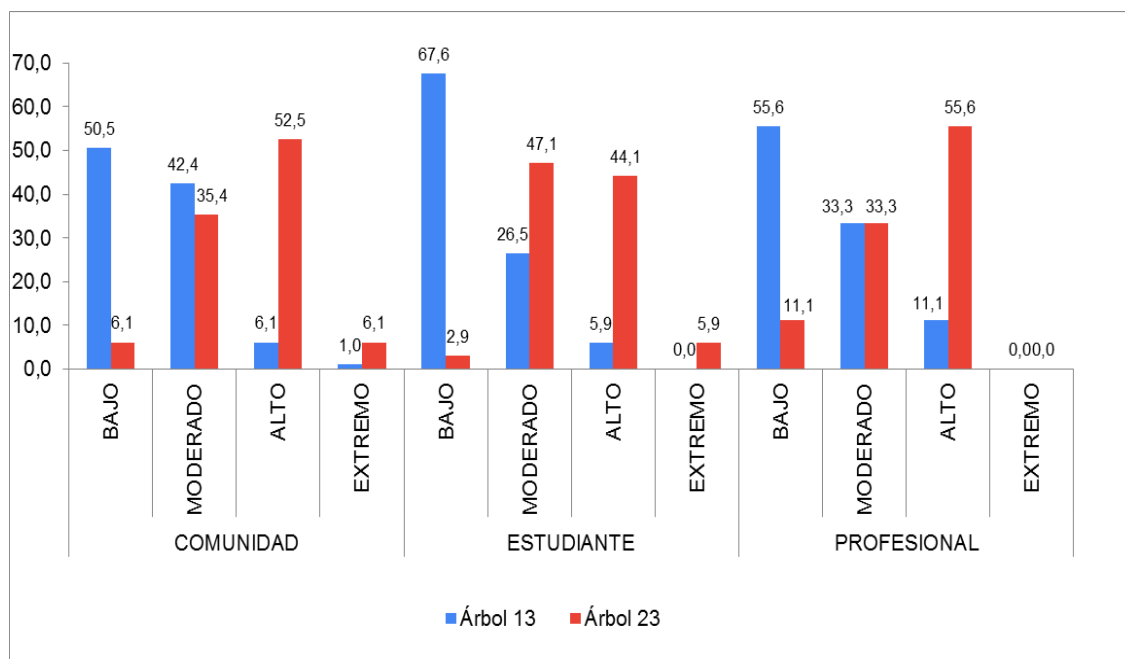


Figura No. 17. Comparación de las percepciones para arboles contrastantes en probabilidad de falla

La figura 20 compara el Árbol 16 con el Árbol 19 según la probabilidad de impacto. El Árbol 16 se encuentra sobre un camino interno del parque, si bien es de gran porte, presenta defectos menores en ramas. Se observa una rama de gran tamaño dirigida hacia el interior del parque que no afecta su estructura ni amenaza al tránsito de peatones (figura 18). A su vez, el Árbol 19 se encuentra en la entrada de un transitado hospital especializado en niños, presenta defectos importantes en el tronco y cuello (figura 19).



Figura No. 18. Detalle de la gran rama del Árbol 16 en dirección al césped



Figura No. 19. Árbol 19 en la entrada del hospital de niños

Los resultados demostraron que los tres grupos percibieron con un riesgo más alto al Árbol 19, esto se debe a que los encuestados tuvieron en cuenta el tiempo del objetivo bajo el árbol. En los grupos comunidad y estudiante asignaron un promedio de 19% para el nivel extremo, mientras que los profesionales no percibieron en este nivel, en cambio le adjudicaron el nivel alto, llegando a casi 78%.

En los grupos comunidad y estudiantes los resultados fueron más distribuidos entre los niveles en comparación con los profesionales.

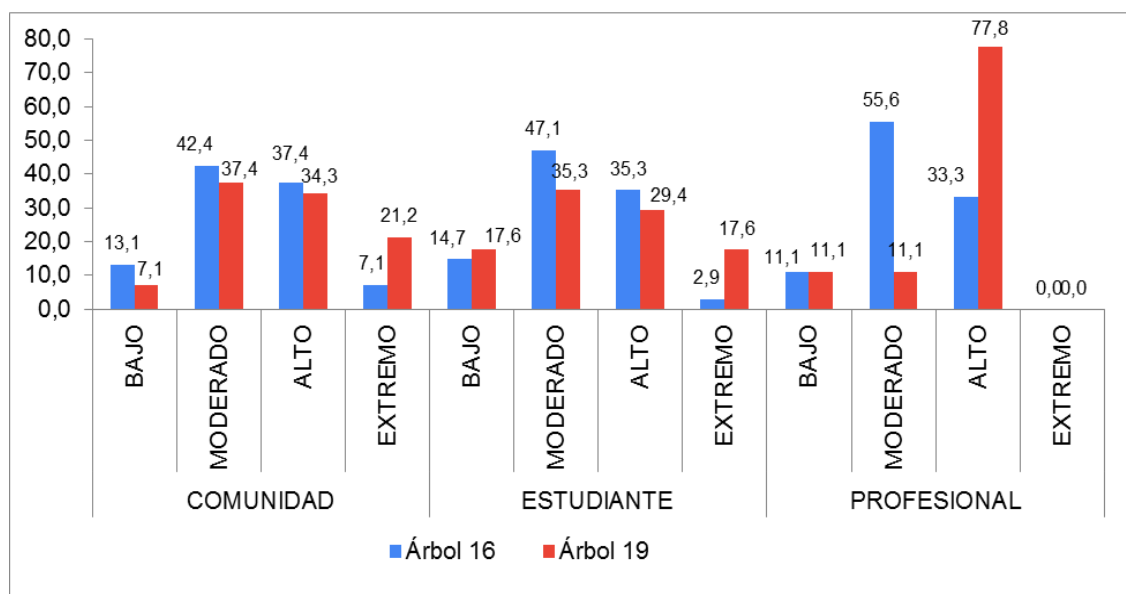


Figura No. 20. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en probabilidad de impacto

La figura 23 compara el Árbol 14 con el Árbol 17 según la consecuencia. El Árbol 14 se encuentra en la acera sobre borde del parque, con poco tránsito de vehículo y peatones pero con gran parte del día con autos estacionados. Tiene defectos menores que no perjudica la estructura del árbol y estos son de pequeño tamaño. En cuanto al Árbol 17 se encuentra sobre la misma acera, con defectos menores pero con un tamaño de la parte mayor.



Figura No. 21. Árbol 14 con la parte más probable de fallar pequeña



Figura No. 22. Árbol 17 con la parte más probable de fallar grande

Los resultados demostraron que los grupos comunidad y profesionales siguieron la misma tendencia, con menos resultados en el nivel bajo para el Árbol 17 y más en el nivel alto para el mismo árbol. El nivel moderado fue el más seleccionado para los tres grupos y de forma similar para ambos árboles, lo que podría indicar que el componente “consecuencia” no tuvo tanto impacto en la percepción de las personas. De hecho, Koeser et al. (2015) encontraron que la especie, el tamaño y el tipo de objetivo fueron los atributos con menor importancia relativa en la clasificación del riesgo.

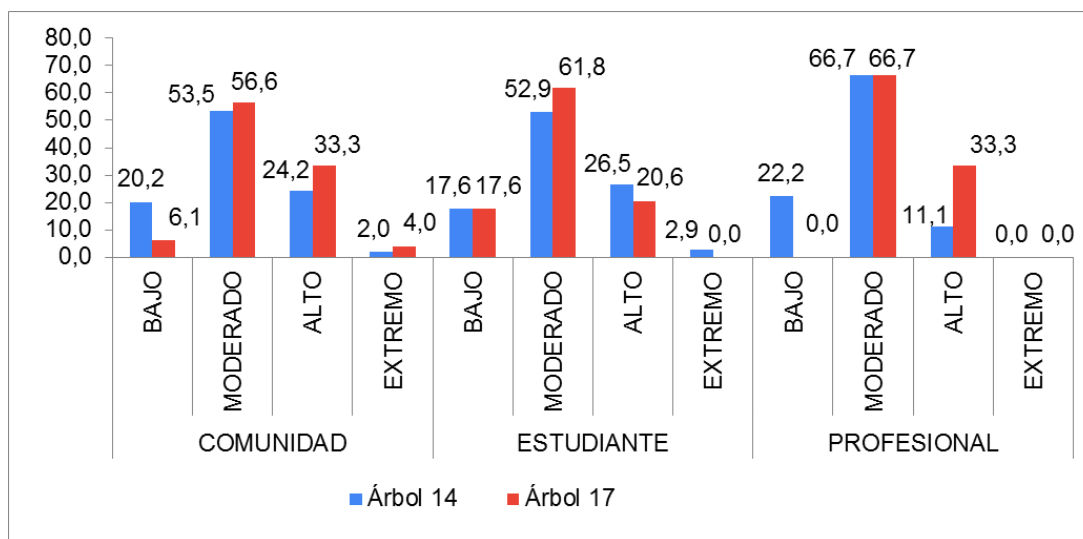


Figura No. 23. Comparación de las percepciones para árboles contrastantes en consecuencia

5. CONCLUSIONES

La percepción de riesgo de un árbol es un proceso intrínseco de la persona que se ve influenciado por conocimiento y experiencias vividas, lo que genera una variabilidad de datos entre personas y grupo de personas. En los resultados se encontraron similitudes entre los grupos comunidad y estudiantes, en que ambos tienden a adjudicar valores más extremos; en cambio el conocimiento y la experiencia de la casuística de los profesionales los hacen más persuasivos y no generan percepciones extremas, inclinándose a niveles moderados.

Esta experiencia y estudios de casos similares hicieron que los profesionales tengan los valores más homogéneos entre los niveles; mientras que los grupos comunidad y estudiante participando por primera vez en un trabajo como este tuvieron resultados más variados. Por esto, conocer la percepción de la sociedad y comprender estas diferencias es relevante para la gestión del arbolado, posibilitando el desarrollo de instrumentos de difusión de información y, a su vez, proporcionando una mejor comunicación entre los responsables por el mantenimiento y la comunidad en general.

Cuando se compararon árboles contrastantes por los distintos componentes de percepción del riesgo, los tres grupos notaron las diferencias entre los árboles menos y más riesgoso, pero de forma más relevante en los componentes “probabilidad de falla” y “probabilidad de impacto”. La “consecuencia”, es decir, la diferencia en el tamaño de las partes más probables de fallar, no impactó en la percepción de forma tan evidente.

Se encontró que cuando se trataba de objetivos inmuebles (carro de comidas, parada de autobús y autos estacionados) los riesgos fueron percibidos más altos que cuando el objetivo era móvil (peatones o vehículos en velocidades medianas o altas); esto se corresponde con el trabajo de Koeser et al. (2015) donde mencionan que una persona caminando como objetivo redujo las calificaciones de riesgo al estar menos tiempo en la zona objetivo que un automóvil estacionado. Sin embargo, las consecuencias asociadas a un árbol o parte de un árbol que golpea a una persona serían más graves.

Con respecto a los componentes de evaluación de riesgo (probabilidad de falla, impacto y consecuencia), los resultados de la percepción de las personas sobre los árboles más defectuosos se acercaron a la tabla relevada en la etapa de selección de los árboles. Esto podría indicar que la “probabilidad de falla” fue el componente de mayor relevancia en la calificación de riesgo, independientemente de la tasa de ocupación de la zona del objetivo, así como el tamaño de la parte defectuosa.

Una sugerencia para trabajos futuros sería buscar complementar la metodología a la hora de mostrar los detalles de los árboles, utilizando una mezcla de videos y fotos, así como agregar a la encuesta una sección donde el encuestado pueda justificar el nivel asignado.

6. RESUMEN

Este estudio de caso fue realizado entre los meses de junio y julio del año 2019 en el Parque José Batlle y Ordoñez, ubicado en la ciudad de Montevideo, Uruguay. El objetivo general del trabajo fue determinar la percepción del riesgo de los árboles en dicho parque y los objetivos específicos fueron identificar los componentes y atributos asociados al riesgo del arbolado urbano y correlacionarlos con la percepción de distintos grupos de la sociedad. A través de encuestas online, se estudiaron las percepciones de riesgo de 142 personas en relación a 24 árboles, de los cuales 12 eran del género *Eucalyptus* y 12 del género *Tipuana*. Se agruparon las personas en tres grupos según conocimiento y experiencia en la temática, siendo ellos comunidad, estudiantes y profesionales. Los valores que se adjudicaron en el relevamiento de datos se analizaron mediante estadística descriptiva según grupo, nivel y especie. Luego se comparó los componentes del riesgo (“probabilidad de falla”, “probabilidad de impacto” y “consecuencia”) utilizando árboles contrastantes de la misma especie. Los resultados demostraron que la percepción en los grupos estudiantes y comunidad fue similar, mientras que los profesionales difieren con los grupos anteriores ya que tienden a adjudicar niveles intermedios. Los otros grupos, si bien se concentra en moderado, adjudicaron valores extremos. En cuanto a los atributos del riesgo el que tuvo mayor relevancia fue la presencia de defectos, seguido por la tasa de ocupación, por lo tanto la probabilidad de falla e impacto fueron los componentes más importantes en la percepción.

Palabras clave: Arbolado urbano; Percepción del riesgo; Defectos de árboles.

7. SUMMARY

The work was carried out between the months of June and July of the year 2019 in the José Batlle y Ordoñez Park, located in the city of Montevideo, Uruguay. The general objective of the work was to determine the perception of the risk of trees in this park and the specific objectives were to identify the components and attributes associated with the risk of the urban arch and correlate them with the perception of the different groups of society. Through online surveys, it studies the risk perceptions of 142 people in relation to 24 trees, of which 12 were of the Eucalyptus genus and 12 of the Tipuana genus. People were grouped into three groups according to knowledge and experience in the subject, being they community, students and professionals. The values that are awarded in the data survey are analyzed using descriptive statistics according to the group, level and species. The risk components ("probability of failure", "probability of impact" and "consequence") were then compared using contrasting trees of the same species. The results showed that the perception in the groups of students and the community was similar, while the professionals differed with the previous groups and the criteria for awarding intermediate levels. The other groups, while focusing on moderate, adjudge extreme values. As for the risk attributes, the one that had the greatest relevance was the presence of defects, followed by the occupancy rate, therefore the probability of failure and the impact were the most important components in perception.

Keywords: Urban woodland; Risk perception; Tree defects.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Albers, J.; Hayes, E. 1993. How to detect, assess and correct hazard trees in recreational areas. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado oct. 2019. Disponible en <https://www.leg.state.mn.us/docs/pre2003/other/930366.pdf>
2. Ball, D. J. 2007. The evolution of risk assessment and risk management: a background to the development of risk philosophy. *Arboricultural Journal*. 30:105-112.
3. Baltar, F.; Gorjup, M. T. 2012. Muestreo mixto online: una aplicación en poblaciones ocultas. (en línea). Terragona, Universitat Politècnica de Catalunya. pp. 123-149. Consultado oct. 2019. Disponible en <http://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/294/249>
4. Botterill, L.; Mazur, N. 2004. Risk and perception: a literature review. (en línea). Kingston, Rural Industries Research and Development Corporation (Australian Government)). pp. 17-22 .Consultado oct. 2019. Disponible en <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/04-043.pdf>
5. Calaza, P.; Iglesias, M. I. 2016. El riesgo del arbolado urbano: contexto, concepto y evaluación. Madrid, Mundi-Prensa. 503 p.
6. Carrier, G.; Peniza, N. 2010. Guía arquitectónica y urbanística de Montevideo. 4ª. ed. Montevideo, Intendencia Municipal de Montevideo. 546 p.
7. Dunster, J. A., Smiley, E. T., Matheny, N., Lilly, S. 2017. Tree risk assessment manual. 2nd. ed. Champaign, IL, USA, International Society of Arboriculture. 194 p.
8. Ellison, M. J. 2005. Quantified tree risk assessment used in the management of amenity trees. *Journal of Arboriculture*. 31(2):57-65.
9. _____. 2007. Moving the focus from tree defects to rational risk management: a paradigm shift for tree managers. *Arboricultural Journal*. 30:137-142.
10. Forbes-Laird Arboricultural Consultancy, UK. 2010. Tree Hazard: risk Evaluation and Treatment System: a method for identifying, recording and managing hazards from trees. Bedford, UK, Dendron House. s.p.

11. Freudenburg, W. R. 1988. Perceived Risk, Real Risk: Social Science and the Art of Probabilistic Risk Assessment. *Science*. 242(4875):44-49.
12. IMM (Intendencia de Montevideo, UY). 2019. Parque Batlle. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado oct. 2019. Disponible en <http://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/cultura-y-tiempo-libre/parques-plazas-y-zoologicos/parque-batlle>
13. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). 2017. Mapa de precipitación. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado set. 2019. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/recursos-hidricos/mapas-de-precipitacion>
14. Johnson, D. W. 1981. Tree Hazards Recognition and Reduction in Recreation Sites. Denver, Colorado, USDA. 17 p. (Technical Series R2-1).
15. Kane, B.; Farrell, R.; Zedaker, S. M.; Lofersky, J. R.; Smith, D. W. 2008. Failure mode and prediction of the strength of branch attachments. *Arboriculture & Urban Forestry*. 34(5):308-316.
16. Klein, R. W.; Koeser, A. K.; Hauer, R. J.; Hansen, G. 2016. Relationship between perceived and actual occupancy rates in urban settings. *Urban Forestry & Urban Greening*. 19:194-201.
17. Koeser, A. K.; Klein, R. W.; Hasinga, G.; Northrop, R. J. 2015. Factors driving professional and public urban tree risk perception. *Urban Forestry & Urban Greening*. 14:968-974.
18. Matheny, N.; Clark, J. 1994. A photographic guide to the evaluation of hazard trees in urban areas. Champaign, IL, International Society of Arboriculture. 85 p.
19. Mattheck, C.; Breloer, H. 1994. Field guide for visual tree assessment (VTA). (en línea). *Arboricultural Journal*. 18(1):1-23. Consultado oct. 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1080/03071375.1994.9746995>
20. Morcillo San Juan, A. 2017. Pliego de prescripciones técnicas particulares del contrato del servicio de actuaciones no programadas de ejecución inmediata y de control del riesgo en materia de arbolado. (en línea). Madrid, Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad. 77 p. Consultado oct. 2019. Disponible en https://sede.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/PerfilContratante/PC_Areas/PC_MAmbienteMov/2017/D.G.%20Gesti%C3%B3n%20del

[%20Agua%20y%20Zonas%20Verdes/ficheros/PPT%20SER+VERD E%202017_12_05_con%20fichas.pdf](#)

21. ONU. EIRD (Organización de las Naciones Unidas. Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres, PA). s.f. Gestión del riesgo. (en línea). Panamá City, UNDRR. pp. 8-13. Consultado oct. 2019. Disponible en [https://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion de riesgo de amenaza/8 gestion de riesgo .pdf](https://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion%20de%20riesgo%20de%20amenaza/8%20gestion%20de%20riesgo.pdf)
22. Pokorny, J. D. 2003. Urban tree risk management, a community guide to program design and implementation. (en línea). St. Paul, MN, USDA. Forest Service Northeastern Area State and Private Forestry. 204 p. Consultado oct. 2019. Disponible en [https://www.fs.usda.gov/naspf/sites/default/files/publications/02_napt-03-03_urban tree risk management 508c v2 20171027.pdf](https://www.fs.usda.gov/naspf/sites/default/files/publications/02_napt-03-03_urban_tree_risk_management_508c_v2_20171027.pdf)
23. ISO (International Organization for Standardization, CH). 2018. UNIT-ISO 31000:2018-Gestión del riesgo - Directrices. Montevideo, Uruguay, UNIT. 25 p.
24. Sjöberg, L.; Moen, B. E.; Rundmo, T. 2004. Explaining risk perception. An evaluation of the psychometric paradigm in risk perception research. Rotunde. no. 84:1-33.
25. Slovic, P.; Fischhoff, B.; Lichtenstein, S. 1982. Why study risk perception? Risk Analysis. 2(2):83-93.
26. _____. 1987. Perception of Risk. (en línea). Science, New series. 236 (4799):280-285. Consultado oct. 2019. Disponible en <http://socsci2.ucsd.edu/~aronatas/project/academic/risk%20slovic.pdf>
27. Smiley, E. T.; Matheny, N.; Lilly, S. 2011. Best management practices. Tree risk assessment. Champaign, IL, International Society of Arboriculture. 81 p.
28. Sreetheran, M.; Adnan, M.; Khairil Azuar, A. K. 2011. Street tree inventory and tree risk assessment of selected major roads in Kuala Lumpur, Malaysia. Arboriculture & Urban Forestry. 37(5):226-235.
29. UdelaR. FADU (Universidad de la República. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UY). 2008. Parques públicos urbanos: planificación y gestión. Montevideo. 134 p.

30. Wagener, W. W. 1963. Judging Hazard from Native Trees in California Recreational Areas: a Guide for Professional Foresters. (en línea). Berkeley , CA, USDA. Forest Service Northeastern Area State and Private Forestry. 29 p. Consultado oct. 2019. Disponible en https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_rp001/pswrp001.pdf
31. Xia, N.; Wang, X.; Griffin M. A.; Wu C.; Liu B. 2017. Do we see how they perceive risk? An integrated analysis of risk perception and its effect on workplace safety behavior. Accident Analysis and Prevention. 106:234-242.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Escenario de evaluación del riesgo para cada árbol

Árbol No.1. <i>E. tereticornis</i>	
Latitud: 34°53'32.71"S Longitud: 56° 9'14.26"O	
Altura: 14.5 m, CAP: 304 cm, Proyección de copa: 15 N-S 12 E-O.	
Escenario de falla Defectos menores Parte del árbol: copa y ramas	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 2,5 cm - 10 cm	

Árbol No.2. <i>E. tereticornis</i>	
Latitud: 34°53'31.55"S Longitud: 56° 9'16.68"O	
Altura: 14.5 m, CAP: 250 cm, Proyección de copa: 19.4 N-S 21.3 E-O.	
Escenario de falla Defectos menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa y ramas	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 2,5 cm - 10 cm	

Árbol No.3. <i>E. tereticornis</i>	
Latitud: 34°53'31.40"S Longitud: 56° 9'16.97"O	
Altura: 17.5 m, CAP: 193 cm, Proyección de copa: 10.55m N-A 12.7m E-O	
Escenario de falla Defectos: árboles muertos o vivos Parte del árbol: copa, rama y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 11 cm - 25 cm	

Árbol No.4. <i>E. camaldulensis</i>	
Latitud: 34°53'30.97"S Longitud: 56° 9'17.80"O	
Altura: 20 m, CAP: 330 cm, Proyección de copa: 20.9m n-s 16m E-O	
Escenario de falla Defectos moderados Parte del árbol: copa, ramas, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia: tamaño de la parte: 2,5 cm - 10 cm	

Árbol No.5. <i>E. camaldulensis</i>	
Latitud: 34°53'30.27"S Longitud: 56° 9'19.17"O	
Altura: 19 m, CAP: 153 cm, Proyección de copa: 11.4m N-S 11m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa, ramas y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia tamaño de la parte: 2,5 cm - 10 cm	

Árbol No.6. <i>E. camaldulensis</i>	
Latitud: 34°53'30.16"S Longitud: 56° 9'19.57"O	
Altura: 20 m, CAP: 225 cm, Proyección de copa: 12.4 m N-S 16.9 m E-O	
Escenario de falla Defectos: moderados Parte del árbol: copa, ramas, tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 11 cm - 25 cm	

Árbol No.7. <i>E. polyanthemos</i>	
Latitud: 34°53'30.39"S Longitud: 56° 9'23.85"O	
Altura: 16.5 m, CAP: 188 cm, Proyección de copa: 5 m N-S	
Escenario de falla Defectos: moderados Parte del árbol: tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia tamaño de la parte: > 45 cm	

Árbol No.8. <i>E. tricarpa</i>	
Latitud: 34°53'30.98"S Longitud: 56° 9'26.60"O	
Altura: 20.5, CAP: 261 cm, Proyección de copa: 13.5 m N-S 22.7 m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa y ramas	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia tamaño de la parte: 2,5 cm - 10 cm	

Árbol No.9. <i>E. polyanthemus</i>	
Latitud: 34°53'38.90"S Longitud: 56° 9'28.78"O	
Altura: 31.5, CAP: 254 cm, Proyección de copa: 13 m N-S 18 m E-O	
Escenario de falla Defectos: moderado Parte del árbol: tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso raro	
Escenario de consecuencia tamaño de la parte: > 45 cm	

Árbol No.10. <i>Eucalyptus x trabutii</i>	
Latitud: 34°53'38.72"S Longitud: 56° 9'32.58"O	
Altura: 16.5, CAP: 277 cm, Proyección de copa: 18.5 m N-S 12 m E-O	
Escenario de falla Defectos: árboles muertos o vivos con defectos mayores Parte del árbol: copa, ramas, tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 26 cm - 45 cm	

Árbol No.11. <i>E. camaldulensis</i>	
Latitud: 34°53'42.11"S Longitud: 56° 9'32.12"O	
Altura: 31, CAP: 385 cm, Proyección de copa: 21 m N-S 17.5 m E-O	
Escenario de falla Defectos: árboles muertos o vivos Parte del árbol: copa, rama y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso ocasional	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 11 cm - 25 cm	

Árbol No.12. <i>Eucalyptus x trabutii</i>	
Latitud: 34°53'48.66"S Longitud: 56° 9'31.98"O	
Altura: 35, CAP: 464 cm, Proyección de copa: 31 m N-S 27 m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa y ramas	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso ocasional	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 2,5 cm - 10 cm	

Árbol No.13. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'45.56"S Longitud: 56° 9'37.32"O	
Altura: 14.5, CAP: 177 cm, Proyección de copa: 13.5 m N-S 14.4 m E-O	
Escenario de falla Defectos: sin defectos visibles Parte del árbol: copa y ramas	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso ocasional	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 2,5 cm - 10 cm	

Árbol No.14. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'47.24"S Longitud: 56° 9'34.77"O	
Altura: 16, CAP: 175 cm, Proyección de copa: 15.4 m N-S 16.6 m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa, ramas y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 11 cm - 25 cm	

Árbol No.15. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'47.45"S Longitud: 56° 9'36.30"O	
Altura: 12, CAP: 112 cm, Proyección de copa: 4.72 m N-S 7.9 m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa, ramas y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 11 cm - 25 cm	

Árbol No.16. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'47.13"S Longitud: 56° 9'43.38"O	
Altura: 19, CAP: 223 cm, Proyección de copa: 24 m N- S 17.8 m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa y ramas	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso ocasional	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 11 cm - 25 cm	

Árbol No.17. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'48.00"S Longitud: 56° 9'38.86"O	
Altura: 29, CAP: 181 cm, Proyección de copa: 10.29 m N-S 15.45 m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa, ramas y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso frecuente	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: > 45 cm	

Árbol No.18. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'48.30"S Longitud: 56° 9'40.05"O	
Altura: 26.5, CAP: 180 cm, Proyección de copa: 14 m N-S +18.6 m E-O	
Escenario de falla Defectos: moderados Parte del árbol: copa, ramas, tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso ocasional	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 26 cm - 45 cm	

Árbol No.19. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'51.95"S Longitud: 56° 9'48.65"O	
Altura: 20, CAP: 192 cm, Proyección de copa: 14 m N- S 12 m E-O	
Escenario de falla Defectos: moderados Parte del árbol: copa, ramas y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: > 45 cm	

Árbol No.20. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'48.93"S Longitud: 56° 9'52.13"O	
Altura: 24.5, CAP: 279 cm, Proyección de copa: 21 m N- S 22.6 m E-O	
Escenario de falla Defectos: sin defectos visibles Parte del árbol: copa, ramas, tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso ocasional	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 2.5 cm - 11 cm	

Árbol No.21. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'48.34"S Longitud: 56° 9'51.43"O	
Altura: 19, CAP: 171 cm, Proyección de copa: 17.6 m N-S 13.7 m E-O	
Escenario de falla Defectos: sin defectos visibles Parte del árbol: copa, ramas, tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: 26 cm – 45 cm	

Árbol No.22. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'47.15"S Longitud: 56° 9'49.10"O	
Altura: 27, CAP: 213 cm, Proyección de copa: 14.3 m N-S 19.5 m E-O	
Escenario de falla Defectos: menores que no perjudican la estructura del árbol Parte del árbol: copa, rama y tronco	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: > 45 cm	

Árbol No.23. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'46.63"S Longitud: 56° 9'47.65"O	
Altura: 24.5, CAP: 189 cm, Proyección de copa: 15.5 m N-S 11.1 m E-O	
Escenario de falla Defectos: árboles muertos o vivos con defectos mayores Parte del árbol: tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: > 45 cm	

Árbol No.24. <i>Tipuana tipu</i>	
Latitud: 34°53'48.25"S Longitud: 56° 9'51.06"O	
Altura: 24, CAP: 195 cm, Proyección de copa: 21.5 m N-S 15.5 m E-O	
Escenario de falla Defectos: árboles vivos o muertos Parte del árbol: copa, ramas, tronco, raíces y base radicular	
Escenario de impacto Tasa de ocupación: uso constante / estructura	
Escenario de consecuencia Tamaño de la parte: > 45 cm	

Anexo No. 2. Encuestas

Percepción del riesgo del arbolado urbano

El presente trabajo se enmarca dentro de la carrera de Ingeniero Agrónomo dictado por la UDELAR, siendo requisito obligatorio la realización de una Tesis para completar el 5to y último año de dicha carrera. Este trabajo se realiza a través del Departamento Forestal, teniendo como directores a MSc. Ana Paula Coelho y al Dr. Mauricio Ponce. Los estudiantes asignados son Lucas Ciceri y Juan Andrés Muñoz.

El objetivo es la evaluación de la percepción del riesgo: la opinión pública como apoyo a la gestión del arbolado urbano.

El tiempo aproximado para contestar esta encuesta es de 35 minutos.

Consentimiento

- ☐ Declaro que acepto participar libremente de este trabajo, tengo más de 18 años y entiendo que puedo desistir en cualquier etapa de la encuesta, cuando lo desee.

1. Encuesta 1 - Información general

Género:

- ☐ Femenino
- ☐ Masculino

Edad:

- ☐ 18 a 24
- ☐ 25 a 34
- ☐ 35 a 44
- ☐ 45 a 54
- ☐ 55 a 64
- ☐ Mayor a 65

Barrio:

Nivel más alto que cursó o está cursando actualmente:

- ☐ Ciclo Básico Liceo

- Bachillerato Secundario
- Enseñanza Técnica/Formación Profesional UTU
- Magisterio o Profesorado
- Terciario no Universitario
- Universidad o Instituto Universitario (Carrera de grado o Licenciatura)
- Posgrado (Diploma/Maestría/Doctorado)

2. Encuesta 1 - Información académica

¿Cuál es el área, orientación, curso o carrera que estudia/estudió?

3. Encuesta 1 - Información laboral

Actividad Laboral:

- Asalariado/a privado/a
- Asalariado/a público/a
- Miembro de cooperativa de producción
- Patrón/a
- Trabajador por cuenta propia
- Trabajador familiar no remunerado
- Jubilado

¿Trabajas en el tema de arboricultura?

- SI
- No

4. Encuesta 2 - Percepción del riesgo

El riesgo es definido como la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento y la gravedad de su potencial o consecuencia (Duster et al., 2013). Los componentes del riesgo son: probabilidad de falla, probabilidad de impacto y consecuencias de la falla.

En términos prácticos, la probabilidad de falla se relaciona con la presencia de defectos y estado sanitario del árbol, además de las condiciones climáticas y el lugar donde está ubicado; la probabilidad de impacto se relaciona con la ocupación del espacio donde está el árbol, es decir, árboles ubicados en lugares con gran tráfico de personas tienen más probabilidad de impactar a alguien que uno ubicado lejos de un sendero. Por su parte, la consecuencia se

relaciona con el potencial daño que causará la falla del árbol, que se mide por el tamaño de la parte del árbol más probable de fallar y el daño que ocasionaría al impactar a alguien o algo.

La percepción del riesgo, a su vez, es la evaluación subjetiva de la probabilidad de que ocurra una falla y cuan preocupados estén de las consecuencias (Sjoberg, 2004).

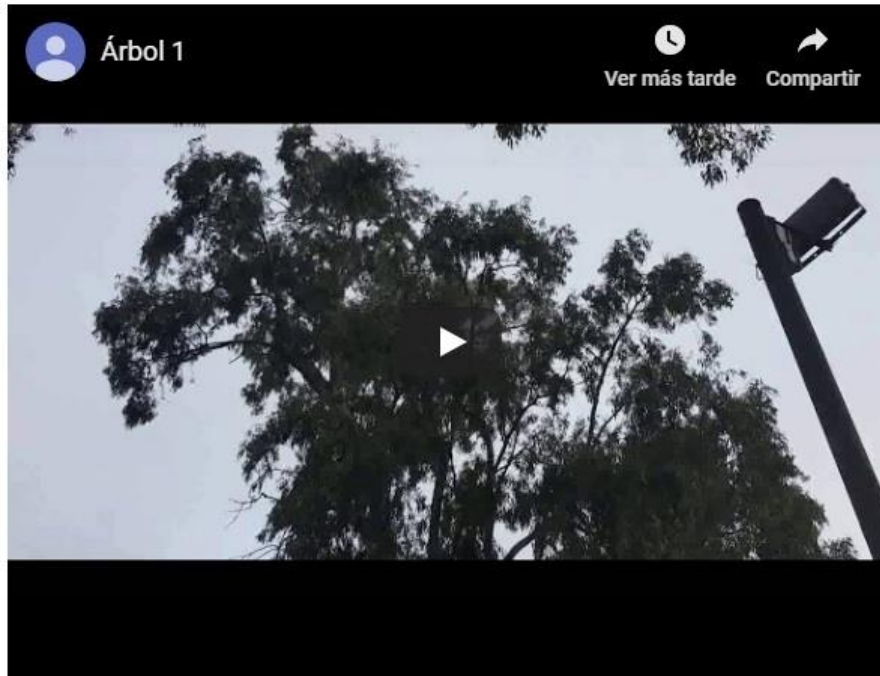
Si estás utilizando el celular para completar esta encuesta, puedes girar la pantalla para aumentar el tamaño del vídeo.

En esta sección serán presentados 24 vídeos de aproximadamente un minuto por árbol. En cada vídeo se muestra al árbol en cuatro direcciones Norte, Sur, Este y Oeste.

Para cada árbol y su entorno, indique que nivel de riesgo percibes según los rangos (Smiley et al. 2011, Ellison 2018):

Bajo Es improbable que el árbol falle e impacte un blanco; o es probable que el árbol falle e impacte un blanco cuya consecuencias sean insignificantes El riesgo es ampliamente aceptable	Moderado Es poco probable que el árbol falle y que las consecuencias sean significativas; o es probable que el árbol falle e impacte un blanco cuyas consecuencias sean menores El riesgo es tolerable
Alto Es probable que el árbol falle e impacte un blanco y que las consecuencias sean significativas El riesgo es tolerable si aquellos expuestos están de acuerdo en aceptarlo o el árbol tiene un valor excepcional	Extremo El árbol ya ha fallado o fallará, e impactará un blanco en un futuro cercano y las consecuencias serán extremas El riesgo es intolerable

Árbol No. 1 al No. 24



El riesgo del Árbol No. 1 al No. 24 es:

- ☐ Bajo
- ☐ Moderado
- ☐ Alto
- ☐ Extremo

Percepción del riesgo del arbolado urbano

Muchas gracias por tu tiempo e importante colaboración, hemos recibido tu respuesta!

Cualquier comentario o información adicional que quieras saber sobre este trabajo, puedes comunicarte a través de la dirección percepciondelriesgo@gmail.com .

Muchos saludos,

Ana, Mauricio, Lucas y Juan