

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



TESIS DE GRADO

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“Estudio de los procedimientos de poda utilizados en el arbolado público del departamento de Tupungato, Mendoza y la cicatrización de las heridas provocadas por dicha práctica sobre fresno y morera”

Autora: María Emilia Di Marco

Directora: Dra. Gabriela Lucero

Codirector: Dr. Pablo Pizzuolo

2016

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos.....	2
AGRADECIMIENTOS	8
RESUMEN.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Generalidades del arbolado público a nivel mundial	11
1.2. Funciones del arbolado urbano	12
1.3. Problemáticas de la vegetación arbórea en las ciudades	14
1.4. Consideraciones para el manejo del arbolado urbano.....	17
1.5. Destrucción de la madera en el arbolado urbano.....	25
1.6. Reacción del Árbol al deterioro. Defensa pasiva y activa.	30
1.7. La provincia de Mendoza.....	31
2. OBJETIVOS	40
3. MATERIAL Y MÉTODO	41
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1. Análisis de la metodología de poda.....	50
4.2. Análisis del diámetro de las heridas.....	56
4.3. Análisis de la cantidad de cortes.....	59
4.4. Evaluación de la cicatrización de las heridas.	61
4.5. Relación existente entre los procesos de cicatrización y el desarrollo de caries de la madera.....	68
4.6. Relación del diámetro, el porcentaje de cicatrización tanto periférica como superficial y la degradación.	79
4.7. Microorganismos hallados en las lesiones de poda con diferente nivel de degradación.....	82
5. CONCLUSIONES.....	89
6. BIBLIOGRAFIA.....	91

Índice de figuras

Figura 1: Inserción de la rama.....	21
Figura 2: Corte correcto e incorrecto.....	21
Figura 3: Prácticas de poda que dañan al árbol: corte desgarrado y al ras.....	22
Figura 4: Técnica de tres (3) cortes.....	22
Figura 5: Arbolado urbano de la ciudad de Mendoza.....	33
Figura 6: Zona céntrica de Tupungato, diciembre de 2015.....	36
Figura 7: Zona céntrica de Tupungato, diciembre de 2015.....	36
Figura 8: Ejemplares de <i>Fraxinus excelsior</i> en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	38
Figura 9: Ejemplares de <i>Morus alba</i> en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	39
Figura 10: Imagen satelital del centro de Tupungato. Las líneas rojas indican las calles analizadas para el muestreo de fresnos (calle Las Heras y Monseñor Fernandez).....	41
Figura 11: Imagen satelital de la ciudad de Tupungato, Las líneas rojas indican las calles analizadas para el muestreo de moreras (calle Asistente Ubilla, Ruta Provincial 89).....	42
Figura 12: Corte menor a 5 cm.....	42
Figura 13: Corte de diámetro de 5 a 10 cm.....	42
Figura 14: Corte de diámetro de 10 a 15 cm.....	43
Figura 15: Corte de diámetro mayor a 15 cm.....	43
Figura 16: Corte realizado al ras.....	43
Figura 17: Corte realizado a 45° dejando collar.....	43
Figura 18: Acortamiento sin tirasavia (dejando más de 5 cm).....	44
Figura 19: Acortamiento con tirasavia al ras.....	44
Figura 20: Acortamiento con tirasavia dejando muñón.....	44
Figura 21: Corte con 0-4% de cicatrización en circunferencia.....	45
Figura 22: Corte con 5-19% de cicatrización en circunferencia.....	45
Figura 23: Corte con 20-49% de cicatrización en circunferencia.....	45
Figura 24: Corte con 50-69% de cicatrización en circunferencia.....	45
Figura 25: Corte con 70-100% de cicatrización en circunferencia.....	45
Figura 26: Corte con nula o escasa cicatrización superficial.....	46
Figura 27: Corte con discreta cicatrización superficial.....	46
Figura 28: Corte con modesta cicatrización superficial.....	46
Figura 29: Corte con elevada cicatrización superficial.....	46
Figura 30: Corte no degradado.....	47

Figura 31: Corte con degradación incipiente.....	47
Figura 32: Corte degradado.....	47
Figura 33: Corte muy degradado.....	47
Figura 34: Corte con ausencia de exudación.....	48
Figura 35: Corte con escasa exudación.....	48
Figura 36: Corte con abundante exudación.....	48
Figura 37: Corte limpio.....	48
Figura 38: Corte desgarrado.....	48
Figura 39: Distribución porcentual de los tipos de cortes efectuados en la poda de ejemplares de fresno europeo y morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	50
Figura 40: Distribución porcentual de las formas de corte efectuadas en la poda de ejemplares de fresno europeo y morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	50
Figura 41: Distribución porcentual del diámetro de los cortes efectuados en la poda de ejemplares de fresno europeo y morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	52
Figura 42: Distribución porcentual del tipo de exudación presente en los cortes efectuados en la poda de ejemplares de fresno europeo y morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	53
Figura 43: Distribución porcentual del tipo de corte realizado en la poda considerando el diámetro de las heridas en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	54
Figura 44: Distribución porcentual del tipo de corte realizado en la poda considerando el diámetro de las heridas en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	55
Figura 45: Distribución porcentual del diámetro de las heridas de la poda considerando el tipo de exudación presente, en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	56
Figura 46: Distribución porcentual del diámetro de las heridas de poda considerando el tipo de exudación presente, en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	57
Figura 47: Distribución porcentual de la forma del corte ejecutado para los distintos diámetros de las heridas de poda en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	58

Figura 48: Distribución porcentual de la forma del corte ejecutado para los distintos diámetros de las heridas de poda en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	58
Figura 49: Representación gráfica del análisis de la Varianza del número de cortes efectuados en la poda de fresnos europeos y moreras de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	59
Figura 50: Distribución porcentual de la cicatrización en la circunferencia de las heridas de poda en ejemplares de fresnos europeo y morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	61
Figura 51: Distribución porcentual de la cicatrización en la superficie de las heridas de poda en ejemplares de fresno europeo y morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	62
Figura 52: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la circunferencia de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	63
Figura 53: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la circunferencia de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	64
Figura 54: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	65
Figura 55: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	66
Figura 56: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	67
Figura 57: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	67
Figura 58: Distribución porcentual de las categorías de degradación presente en los cortes de poda en ejemplares de fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	68
Figura 59: Distribución porcentual de las categorías de degradación presente en los cortes de poda en ejemplares de morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	69

Figura 60: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	70
Figura 61: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	71
Figura 62: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando el estado de cicatrización presente en la superficie las mismas en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	72
Figura 63: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando el estado de cicatrización presente en la superficie las mismas en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	73
Figura 64: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando los tipos de corte efectuados en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	74
Figura 65: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando los tipos de corte efectuados en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	75
Figura 66: Distribución porcentual del estado de degradación observada en las heridas de poda considerando la cicatrización presente en la superficie de los cortes, en función de cada categoría de diámetro, en ejemplares de fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	76
Figura 67: Distribución porcentual del estado de degradación observada en las heridas de poda considerando la cicatrización presente en la superficie de los cortes, en función de cada categoría de diámetro, en ejemplares de morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	78
Figura 68: Colonia de aislado y conidióforos (40x, 1,6x) identificado como <i>Alternaria sp.</i>	87
Figura 69: Colonia de aislado, picnidios (40x) y clamidosporas (40x, 1,6x) identificado como <i>Peyronellaea sp.</i>	88
Figura 70: Colonia de aislado, picnidio (40x) y conidios (40x, 1,6x) identificado como <i>Phoma sp.</i>	88
Figura 71: Colonia y uniones en hebilla (40x, 1,6x) del aislado identificado como <i>Basidiomycetes.</i>	88

Índice de tablas

Tabla 1: Test de Bonferroni para analizar el número de cortes efectuados en los ejemplares de fresno europeo y morera en la ciudad de Tupungato.....	60
Tabla 2: Prueba de Kruskal Wallis para evaluar si hay relación entre las variables del diámetro de los cortes de poda y el porcentaje de cicatrización tanto en la periferia como en la superficie de las heridas en fresno europeo y morera.....	80
Tabla 3: Prueba de Kruskal Wallis para evaluar si hay relación entre las variables del diámetro de los cortes de poda y el estado de degradación de las heridas en fresno europeo y morera.....	81
Tabla 4: Identificación de microorganismos presentes en lesiones de poda con distinto nivel de degradación, en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	83
Tabla 5: Identificación de microorganismos presentes en lesiones de poda con distinto nivel de degradación, en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.....	85

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios, porque todo fue y será posible con su ayuda.

A mis padres y hermanos, que han sido mi pilar, por su amor y paciencia.

A mi directora de tesis la Dra. Gabriela Lucero por su disposición y dedicación, arduo trabajo y su constante apoyo, para el desarrollo y la corrección de esta tesis; de igual manera a mi co-director Dr. Pablo Pizzuolo, las profesoras Sra. Lic. Joana Boiteux, Sra. Ing. Agrónoma María Vanda Hapon y la Srta. Lic. Carolina Monardez por su colaboración y acompañamiento en el recorrido de este trabajo.

A los profesionales consultados, por su buena disposición para colaborar en el desarrollo de esta investigación.

Asimismo agradecer inmensamente a todos los profesores que marcaron mi camino en estos años de carrera, entregando más que solo conocimientos, sus valores morales y su vocación hacia todos nosotros.

Finalmente, agradecer a Juan, por su incondicional ayuda, confianza, preocupación y cariño...con su amor todo se hizo más llevadero. A mis amigos por su apoyo y preocupación.

A todos ustedes, muchas gracias.

ESTUDIO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PODA UTILIZADOS EN EL ARBOLADO PÚBLICO DEL DEPARTAMENTO DE TUPUNGATO, MENDOZA Y LA CICATRIZACIÓN DE LAS HERIDAS PROVOCADAS POR DICHA PRÁCTICA SOBRE FRESNO Y MORERA.

Di Marco, María Emilia¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo - Almirante Brown 500, Chacras de Coria, Luján de Cuyo, Mendoza - www.fca.uncu.edu.ar

RESUMEN

Los árboles en las ciudades suministran beneficios esenciales para el desarrollo y bienestar de la sociedad, ya que son proveedores de servicios ambientales y servicios culturales importantes (Urcelay *et al.*, 2012). A las distintas especies arbóreas que se encuentran en los centros urbanos, en dominios públicos se los denomina 'Arbolado Público' (Tovar Corzo, 2013). Cuando se toman decisiones inapropiadas referidas a las acciones técnicas de su manejo, sumado a las condiciones ambientales urbanas, pueden generarse consecuencias desfavorables. Esta situación se observa en las arboledas de las diversas ciudades de la Provincia de Mendoza, entendiéndose que las causas del deterioro del arbolado están vinculadas tanto a la función pública como al ciudadano común y al descontrolado crecimiento de las ciudades.

El estado sanitario de los árboles está muy ligado a su edad y a los factores de estrés que lo ha afectado a lo largo de su vida (S.D.A., 2010). Por ejemplo, las podas severas efectuadas de forma incorrecta o fuera de tiempo, originan heridas traumáticas importantes; dichas heridas constituyen la vía de ingreso de microorganismos causantes de enfermedades (Gallegos Céspedes, 2005; Lucero *et al.*, 2010). En el ámbito urbano las arboledas están sometidas a factores de estrés adicionales que afectan su desarrollo y longevidad provocando su debilitamiento (Gallegos Céspedes, 2005).

El objetivo de este estudio fue evaluar la metodología de poda utilizada en el arbolado público de la ciudad cabecera del departamento de Tupungato, Mendoza sobre las plantas de fresno europeo (*Fraxinus excelsior*) y morera (*Morus alba*), además estudiar los procesos de cicatrización y degradación de la madera en las heridas provocadas por esta práctica cultural.

Se registró por observación directa y fotográfica la ubicación del ejemplar, el número de cortes de poda que se han efectuado en cada planta, el diámetro aproximado de la herida, el tipo de corte, el porcentaje de la circunferencia y de superficie cubierta con tejido cicatrizal, la degradación de la madera, la exudación y la forma en que se efectuaron los cortes. Se extrajeron muestras de madera provenientes de las lesiones de poda identificadas para las cuatro categorías de degradación. Los trozos de madera se cortaron y lavaron para sembrarlos en cajas de Petri, utilizando dos medios diferentes: un sustrato selectivo para *Basidiomycetes* y otro de Agar Papa Glucosado (APG). Se purificaron las colonias halladas para su descripción macroscópica e identificación.

Los datos fueron analizados estadísticamente y se utilizó el test de Kruskal-Wallis para el análisis de la varianza. Considerando el diámetro, porcentaje de cicatrización en la circunferencia del corte y en la superficie del mismo, también el estado de degradación de la lesión, como los datos más relevantes de este escrito. Los resultados demostraron que en la ciudad de Tupungato, la poda no se efectúa de manera completamente adecuada, ya que para ambas especies en estudio, la metodología más utilizada fueron cortes al ras de la rama, asimismo los cortes dejando más de 5cm o muñón, con elevado porcentaje para las dos especies en estudio. La mayoría de cortes se observaron de diámetros inferiores a los 10cm en fresno y morera. Las lesiones mostraron escasa cicatrización, pero no presentaron elevada degradación. Posiblemente se daba a las características microclimáticas de la zona en estudio. Algunos heridas de poda mostraron deterioro y se hallaron hongos de los géneros *Alternaria*, *Peyronellaea* y de la división *Basidiomycotina*, entre otros. Se debe efectuar un manejo técnico adecuado para la zona, promover mejoras en la funcionalidad del arbolado, como así también y conservarlo en el tiempo.

PALABRAS CLAVE: arbolado público, poda, cicatrización, degradación de la madera.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades del arbolado público a nivel mundial

Se considera que las distintas especies arbóreas ubicadas en los centros urbanos, en dominios públicos se denominan con el término 'Arbolado Público'. Los árboles en las ciudades suministran beneficios esenciales para el desarrollo y bienestar de la sociedad, ya que son proveedores de servicios ambientales. A su vez, proporcionan servicios culturales importantes (Urcelay *et al.*, 2012).

El arbolado público es un patrimonio natural y su manejo corresponde a una política de estado. Por ello, en muchos países del mundo, y entre ellos varios latinoamericanos, se ha generado una tendencia encaminada al reconocimiento de los beneficios ambientales que se obtienen con el buen manejo de los árboles en las ciudades, áreas metropolitanas y cabeceras municipales. La cobertura arbórea es un componente esencial de planificación en la construcción de la infraestructura urbana (Tovar Corzo, 2013). En la actualidad, la silvicultura en las ciudades ha evolucionado considerablemente contemplando el funcionamiento de los sistemas urbanos y del rol que cumplen en las áreas densamente pobladas y en sus zonas circundantes (S.D.A., 2010).

En muchos países a nivel mundial se realizan operaciones de manejo sobre los árboles en las ciudades con el fin de obtener rendimientos sustentables con los beneficios que aportan al entorno, aplicando principios ecológicos y científicos. Entre las actividades silviculturales fundamentales se destacan prácticas relacionadas con su plantación, conservación y utilización, como podas, raleos, fertilizaciones, riegos, manejo de plagas y enfermedades.

Uno de los principales problemas que presenta la vegetación urbana es la caída de ramas y troncos que dañan mobiliarios públicos, privados y eventualmente causan accidentes, incluyendo la muerte de personas. La caída de ramas y troncos generalmente está relacionada con el estado sanitario de los mismos que puede empeorar con la edad, aunque no necesariamente en todos los casos. Posiblemente uno de los primeros responsables biológicos del precario estado sanitario de los árboles, en particular de la madera, son los hongos xilófagos o de la madera (Urcelay *et al.*, 2012).

Para comprender mejor la importancia de la vegetación arbórea cabe destacar la existencia de diversos beneficios que prestan los árboles a una ciudad relacionados con la mejora en las condiciones ambientales para los habitantes de las ciudades.

1.2. Funciones del arbolado urbano

La vegetación urbana es un elemento fundamental en el paisaje de una ciudad ya que brinda diversos beneficios de orden ambiental, estético, paisajístico, recreativo, social y económico, los cuales son aprovechados de variadas formas por la población. En coincidencia con Tovar Corzo (2007), los aspectos positivos más importantes que proveen los árboles en el ambiente urbano se pueden considerar los siguientes:

Control de contaminación:

Las plantas son capaces de absorber ciertos compuestos tóxicos presentes en el aire, purificándolo, como también son capaces de captar partículas contaminantes. Con respecto a los compuestos tóxicos del aire, se ha comprobado que ciertas especies son capaces de absorberlos como con el dióxido de carbono (CO_2), dióxidos de azufre y nitrógeno (SO_2 y NO_2), compuestos provenientes de la combustión de fuentes móviles como los vehículos. Con respecto a la disminución de partículas suspendidas, pueden ser reducidas por la presencia de árboles y arbustos, ya que éstos las captan. Ejemplos de partículas son arena, polvo, ceniza, polen y humo, entre otras. También a través de la transpiración se incrementa la humedad ambiente.

Además de esta eliminación de compuestos y partículas, los árboles contribuyen a enmascarar ciertos olores desagradables, reemplazándolos con aromas y fragancias desprendidos por sus flores y en algunos casos, su follaje.

Reguladores del clima:

Las ciudades producen fuertes cambios microclimáticos debido a la alta irradiación de la energía calórica proveniente del Sol, a esto se lo llama 'isla de calor'. Además del calor administrado a la atmósfera por efecto de la combustión (industria, automóviles y otras actividades).

En ciudades donde la temperatura ambiental es muy alta en horas diurnas, el verde urbano disminuye la temperatura local hasta $10\text{ }^\circ\text{C}$ y la temperatura global hasta $1\text{ }^\circ\text{C}$. En ello radica la importancia de la cobertura arbórea como modificadora del

clima, disminuyendo el efecto invernadero. Las superficies arboladas tienen un potencial efecto regulador sobre el clima, modificando temperatura, viento y humedad. En regiones templadas los árboles deciduos son formidables controladores de calor.

Protección contra el viento:

Los árboles y arbustos controlan la velocidad del viento por obstrucción, conducción, desviación y filtración.

Control de la erosión y estabilización de taludes:

Los árboles dependiendo de las características de sus raíces (profundidad, extensión, dimensiones, etc.) cumplen un papel importante en la estabilización de taludes y prevención de deslizamientos. Los procesos erosión se ven reducidos gracias a la acción de las raíces, disminuyendo la exposición de los suelos a los efectos del agua y el aire.

Protección de cuencas y cuerpos de agua:

Los árboles en las ciudades, en la medida en la cual se asocian a causas de agua, además de adicionar belleza escénica, protegen y estabilizan las orillas, y dependiendo de su ubicación y cantidad, contribuyen a la regulación del ciclo hídrico.

Paisaje:

El arbolado en las ciudades permite una mejor definición de los espacios; rompe la monotonía del paisaje; da sensación de profundidad; crea ambientes aislados y tranquilos; protege y forja focos de atracción visual gracias a sus múltiples formas, volúmenes, sombras y colores.

Recreación:

Otro beneficio de gran importancia es el de proveer lugares para juegos, deportes y esparcimiento; espacios para la reflexión y contemplación de la naturaleza, además constituyen magníficos escenarios, talleres y laboratorios para la educación, formación biológica y ecológica de la ciudadanía.

Aporte cultural y simbólico:

Históricamente entre árboles y seres humanos se han creado vínculos directos, siendo considerados símbolos culturales. Por ello, frecuentemente son utilizados como

indicadores de eventos históricos por su importancia socio-cultural que marca la identidad de las áreas urbanas.

Valorización de la propiedad:

Los árboles producen un beneficio económico importante, ya que aumentan el valor económico de una propiedad y del suelo, puesto que aportan servicios o funciones que pueden ser valoradas por el comprador.

Nicho y hábitat:

Una de las funciones más apreciadas de la vegetación, y de los árboles en particular, es su capacidad de ser un 'territorio' de vida o refugio de diferentes especies de aves, de flora y de fauna asociadas con él. Los cinturones verdes, en las áreas urbanas, pueden convertirse en corredores biológicos e incluso formar parte de estrategias más amplias de mantenimiento de la biodiversidad regional, afectada por el mismo crecimiento urbano.

Comprender al arbolado como un servicio ecosistémico¹ común de los habitantes en los centros urbanos, es lo que genera una necesidad imperiosa de su protección y conservación para mejorar nuestra propia calidad de vida en las ciudades a través de las múltiples funciones que debe cumplir, especialmente con las problemáticas ambientales globales que nos aquejan en la actualidad (Carrieri, 2005).

1.3. Problemáticas de la vegetación arbórea en las ciudades

En el ámbito urbano las arboledas están sometidas a factores de estrés adicionales que afectan su desarrollo y longevidad provocando su debilitamiento (Gallegos Céspedes, 2005). Esto se observa en las arboledas de las diversas ciudades de la Provincia de Mendoza, entendiéndose que las causas del deterioro del arbolado están vinculadas tanto a la función pública, como al ciudadano común y al crecimiento descontrolado de las ciudades (Rodríguez, 2014).

¹ Los "servicios ecosistémicos" son aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas.

Influencia de las zonas urbanas sobre el arbolado público

A pesar de todos los beneficios que brindan los árboles, viven en un ambiente dominado por el hombre. Se desarrollan en medios hostiles, ya que los espacios que ocupan están sujetos a edificaciones, drenajes, calles, cableado, tránsito vehicular y peatonal. Esto provoca que la vegetación urbana se vea relegada a espacios marginales de la infraestructura de las ciudades, en sitios expuestos a la contaminación atmosférica, escasez del recurso hídrico, del sustrato edáfico, entre otras. En este contexto se generan condiciones vegetativas inadecuadas que dan lugar a su debilitamiento (Tovar Corzo, 2007).

Según Tovar Corzo (2007) en las zonas pobladas los árboles están sometidos a una tensión continua, pudiendo disminuir su crecimiento e incluso causar su muerte. Algunos de los factores causantes de estas limitaciones son:

- Disminución de la provisión natural de agua por efecto de la pavimentación de calles, veredas, obras de drenaje, desagües bajo el nivel del terreno y cañerías de gas.
- Reducción de los espacios destinados a ellos, para el desarrollo radical de cada ejemplar por la construcción inadecuada de nichos, como así también para el correcto desarrollo de la parte aérea, por la colocación de toldos, carteles, estructuras publicitarias y otros.
- Compactación del suelo con una fuerte pérdida del nivel microbiológico y de hongos benéficos. Asimismo, reduciendo el intercambio gaseoso e infiltración de agua.
- Grandes oscilaciones térmicas por calentamiento o enfriamiento de las superficies pavimentadas, mayor reflexión de la luz, impermeabilización de los suelos (Ledesma, 2008).
- Falta de riego, podas incorrectas, rotura de raíces, estrangulamiento de los tallos con ataduras de alambre, heridas traumáticas provocadas por los automóviles o los transeúntes, etc. (Lucero *et al.*, 2010).

Estos factores son determinantes en lo que respecta a las condiciones de hábitat que se les brinda a los individuos en las ciudades. Por ello el entorno en el que se desarrollan muchas veces, ocasiona una gran vulnerabilidad en las plantas ya que provoca estrés en los árboles promoviendo el debilitamiento de los mismos que lleva a un progresivo deterioro que perjudica su longevidad en estos lugares.

Estado Fitosanitario de la vegetación arbórea en las ciudades

Las prácticas fitosanitarias han sido desarrolladas por la agricultura y la silvicultura, pero escasamente empleadas en el ámbito urbano. Cabe destacar que el estado sanitario de los árboles está muy ligado a su edad y a los factores de estrés que los han afectado (S.D.A., 2010). Por ejemplo, aquellos individuos que han sufrido podas severas, realizadas de forma incorrecta o fuera de tiempo originan heridas traumáticas importantes, que son la vía de ingreso de microorganismos causantes de enfermedades que puede comprometer el estado fitosanitario de los árboles (Gallegos Céspedes, 2005; Lucero et al, 2010).

Eccher (1996) indica que el debilitamiento del arbolado es un fenómeno complejo causado por un conjunto de factores no específicos, bióticos y abióticos, que interactúan provocando un progresivo deterioro del estado sanitario de las plantas, lo cual puede conducir las a la muerte en períodos más o menos largos. En el origen del debilitamiento existen factores agronómicos (espacio insuficiente para la copa o para la raíz, intervenciones de poda incorrectas, elección de especies inadecuadas, técnicas de implantación inconvenientes) y/o ambientales que predisponen a los árboles a sucesivos ataques de patógenos.

Los factores predisponentes son muchos y todos, excepto los genéticos, pueden ser reconocidos como factores de estrés². El inicio del deterioro puede considerarse como el resultado de una acumulación de eventos estresantes para la planta.

A modo de ejemplo: los árboles que han perdido las hojas a causa de sequía, pueden desarrollarlas nuevamente si son regados, pero a expensas de las sustancias de reserva. Si el evento se repite en un corto plazo, puede ocurrir que la planta no esté en condiciones de desarrollar nuevo follaje y perezca. Mientras que las reservas estén disponibles, la planta puede recuperarse del estrés, pero cuando éstas se agotan, empieza el debilitamiento.

Cuando se habla de estrés es necesario diferenciar los conceptos de 'vigor' y 'vitalidad'. En la evaluación del estado de salud de una planta, pueden estar correlacionados, pero no son sinónimos. Por consiguiente, se puede explicar que, si se

² Se habla de estrés cuando la planta se encuentra en condiciones próximas al límite de resistencia de la especie: el estrés es reversible si cambian las condiciones que lo han provocado o que lo provocan y, en este caso, la planta puede recuperarse, lo que implica un gasto de energía, ya que se utilizan las sustancias de reserva.

evalúa el estado de salud por el vigor, una planta que vegeta mucho, es decir, que crece rápidamente (más vigorosa), parece tener más vitalidad que una que crece poco. Sin embargo, no siempre es así. Por ejemplo, una planta que ha sido podada drásticamente necesita consumir reservas extras al momento de producir una brotación enérgica. Es por esto que se encuentra más propensa a estresarse que una planta que ha sido podada en forma racional o no podada. En este último caso se puede acumular más reservas. Por lo tanto, la primera planta es más vigorosa, pero posee menor vitalidad (Eccher, 1996). Desde el punto de vista biológico estas reservas permiten al árbol defenderse contra las agresiones naturales (sequía, heladas, ataques parasitarios) o de origen antrópico (lesiones de la parte aérea o radical) y sirven para asegurar el metabolismo basal. Un consumo excesivo de reservas o la eliminación de los órganos que las contienen, disminuye la capacidad de reconstitución de las mismas y provoca un debilitamiento durable.

Muchas prácticas agronómicas son causa primaria de debilitamiento del arbolado urbano. Su reconocimiento es indispensable en la prevención de daños y garantizar mejores resultados. Esto permitirá también limitar las intervenciones fitosanitarias en beneficio del ambiente. Por ello, se puede trabajar desde un plano agronómico y de prevención, a fin de favorecer la acumulación de reservas y prevenir situaciones de estrés.

Por último y resumiendo, la poda en el arbolado urbano es una de las prácticas agronómicas que más causa debilitamiento en los ejemplares, especialmente si se realiza de forma inadecuada y fuera de tiempo, además de la intensidad con que se efectúa. La búsqueda, el reconocimiento y la eliminación cuando sea posible, de los factores predisponentes pueden prevenir el comienzo del estrés (Eccher, 1996).

1.4. Consideraciones para el manejo del arbolado urbano

En los últimos años, la presencia de árboles en las ciudades ha adquirido una importancia progresiva. Este hecho se ha debido principalmente a dos escenarios especiales, primero a la explosión de obras públicas y privadas que marcan la transformación de estas zonas como resultado de políticas de renovación urbana. En segundo lugar por el riesgo que los árboles representan debido al preocupante estado físico y sanitario causante de múltiples y frecuentes accidentes (Tovar Corzo, 2007).

Tanto la plantación de los árboles como su mantenimiento necesitan de una planificación y análisis teniendo en cuenta las características biológicas de los mismos en relación al lugar que ocupan y la finalidad que tiene su plantación. Cuando se toman decisiones inapropiadas referidas a las acciones técnicas del manejo, como la elección del lugar de plantación o un análisis incorrecto del estado sanitario de los árboles, puede traer consecuencias desfavorables para la ciudadanía.

Conforme a lo expuesto anteriormente surge la necesidad de abordar la temática de la plantación de árboles de manera técnica, teniendo en cuenta la dinámica de las ciudades, sus dificultades y características particulares, así como la incidencia de estas condiciones cambiantes en el desarrollo del arbolado urbano. En este sentido, el manejo de la vegetación urbana nace a partir del reconocimiento y del entendimiento de las diferencias en cuanto al comportamiento y las necesidades de los árboles en los diversos entornos, distinguiendo claramente su manipulación en bosques naturales, en plantaciones y en las grandes urbes (S.D.A., 2010).

Para llevar a cabo las actividades correspondientes al manejo, también denominadas prácticas culturales, es necesario considerar algunos aspectos básicos como: el crecimiento de las especies, los sistemas radiculares, aéreos y sus necesidades específicas. Conocer esto es importante ya que facilitará los cuidados posteriores minimizando las podas e intervenciones. También, es de gran utilidad conocer los requerimientos hídricos y nutricionales, como las características de adaptación a condiciones adversas como resistencia a eventos climáticos extremos, tolerancia a la contaminación y susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades o sus usos con relación a la prevención de desastres. Por ello, para el manejo se necesita conocer la biología, fisiología, anatomía y los principios ecológicos que rigen sobre cada especie arbórea. Los árboles, naturalmente, no requieren ser podados, sin embargo, dado que en las zonas urbanas se deben guardar ciertas características, es aceptado que, en determinadas situaciones, sea una necesidad (Urcelay et al., 2012.; Ledesma, 2008).

La poda, es una de las prácticas culturales más conocidas y de gran importancia para el manejo del arbolado público en las ciudades, pero si no se realiza correctamente, se puede causar mucho daño.

Poda

Según Ledesma (2008), la poda es una agresión al árbol, en la cual se produce la eliminación parcial o total de una rama. Esta práctica de manejo tiene como objetivo

adecuar y mantener la forma natural del árbol en función a su entorno, equilibrar el sistema radical y la parte aérea, mantener la sanidad del árbol y acondicionar la copa al tránsito vehicular, peatonal, iluminación de calles e infraestructuras existentes en las ciudades (S.M.A.M., 2008).

La poda en las zonas urbanas debe garantizar la vitalidad del árbol y la seguridad de los habitantes, por lo que se deben programar y tener especial cuidado para que no sean muy intensas, es decir, no se debe cortar más de la tercera parte del volumen total del árbol en una sola intervención. De una buena poda depende la estética del paisaje y la belleza, el bienestar, la salud y la longevidad del árbol (S.D.A., 2010). Por ello, la premisa fundamental es efectuar intervenciones de manera correcta, evitando podas excesivas, mal realizadas y/o fuera de tiempo que puedan producir debilitamiento de los ejemplares, dejándolos susceptibles a agresiones abióticas o por acción de fitopatógenos que pueden afectarlos (Rodríguez, 2014).

En general esta práctica es peligrosa para el árbol, ya que puede causar daños y riesgos importantes, que aumentan cuando no se dominan correctamente las técnicas de operación. Sin embargo, las condiciones y restricciones del medio urbano conducen habitualmente a realizar podas (Pérez, 2013).

Antes de iniciar la poda, se debe hacer una evaluación del árbol a fin de evitar cortes innecesarios, deformaciones, descompensación e inestabilidad de la copa, eliminando sólo las ramas que sean estrictamente necesarias. En general se considera que un árbol ubicado en una ciudad, debería ser podado cada cinco años. Si requiere podas más frecuentes, esto indica que no es el árbol apropiado para el espacio ni el propósito deseado (S.D.A., 2010).

Época de poda

Esta operación en la parte aérea de la planta, debe efectuarse en función del período de actividad fotosintética y de reposo de la misma. Para ello es necesario considerar requerimientos fisiológicos y físicos del ejemplar. Un período de poda correcto puede darse antes de la brotación, cuando el árbol presenta un nivel alto de reservas, promoviendo así una ligera producción de tejido cicatrizal para ocluir las heridas de poda.

Es importante reconocer que durante el receso vegetativo, el movimiento de fluidos en los tejidos de conducción es reducido, por lo tanto, la escasa actividad permite que la corteza se encuentre bien adherida al tallo disminuyendo así el riesgo

de desgarramiento, además el ataque de patógenos posiblemente sea menor, y en esta época la estructura del árbol es bien visible, lo cual permite que se efectúe la observación correcta de que podar y que no (Ledesma, 2008).

De ser necesario la poda podría llevarse a cabo también durante la estación de crecimiento, esto tiene como beneficio que hay actividad vegetativa pudiéndose efectuar inmediatamente, la oclusión de la lesión. Sin embargo, para realizar este tipo de intervención, se debe esperar algunas semanas luego de la expansión foliar, de forma tal de resguardar el estado nutricional de la planta (Pérez, 2013). A su vez en el periodo vegetativo es conveniente observar la presencia de ramas secas o enfermas, ya que son difíciles de detectar cuando los arboles han perdido su follaje, y señalarlas para cortarlas en el siguiente receso vegetativo (Ledesma, 2008).

El peor momento para realizar esta práctica es cuando las hojas se están formando, ya que las reservas se encuentran en muy bajo nivel. Debido a que la planta al estar invirtiendo sus reservas en la generación de órganos fotosintéticos, puede no tener disponibilidad suficiente de las mismas para el crecimiento de tejido cicatrizal, que permite la oclusión de las lesiones originadas por la poda. Tampoco debería podarse cuando el árbol presenta síntomas evidentes de ataques de patógenos, puesto que se promueve aún más la actividad de los agentes microbiológicos. En este caso solamente se deben podar las ramas secas y muertas (Pérez, 2013).

En pocas palabras, la época adecuada de poda para especies caducifolias es, en el receso invernal, llamada poda de invierno, luego de que hayan caído todas las hojas. Por otra parte, la poda de verano puede efectuarse después de la emisión y la maduración completa de las hojas. Para especies perennifolias, se realiza al finalizar el invierno (Ledesma, 2008).

Tipo de corte: correcto e incorrecto.

Para efectuar un corte es importante reconocer si el mismo está realizado correcta o incorrectamente. Para ello se debe tener presente que el sitio en que se efectúe la intervención, permita minimizar el daño originado por la poda y además que se promueva la activación de las defensas naturales del árbol (Lell, 2006).

La mayoría de los árboles muestran en el punto de inserción de las ramas un engrosamiento de la corteza llamado “arruga de la corteza” y un abultamiento basal, denominado “cuello o collar de la rama” (Figura 1). Estas estructuras se producen por

el solapamiento anual del crecimiento del tallo y de la rama permitiendo el buen anclaje de las ramas en el tronco. La arruga de la corteza y el cuello de la rama definen los límites exteriores de la rama y hacia el interior demarcan los tejidos que funcionarán como barreras biológicas de defensa específica de la misma, en los que ocurrirán los cambios físicos y químicos que permitirán aislar el tejido dañado del sano (Ledesma, 2008).

Los cortes correctos se hacen siguiendo la arruga de la corteza hasta el cuello de la rama, sin dejar muñones ni astillas (Figura 2). Estos cortes a pesar de su mayor sección, presentan la mayor oclusión. Otro aspecto fundamental a destacar sobre los cortes correctos tiene que ver con su dimensión, ya que los cortes de diámetros menores a 5 cm reaccionan rápidamente para cicatrizar el área afectada, además de activar las defensas específicas contra el ingreso de microorganismos. Es por ello que los cortes no deben ser de grandes dimensiones, tampoco al ras, pues se afectan los tejidos del tallo eliminándose la zona de defensa específica de la rama.

Cuando se dejan muñones, si bien tienen menor sección, no se cierran y mueren. Es muy frecuente que a partir de ellos se generen caries en la madera y, por consiguiente, posteriores cavidades debido a que ingresan organismos patógenos, al no haber barreras de defensa. Por su parte, los cortes al ras provocan fisuras y muerte del tejido afectado del tallo. La agresión generada por la poda, será menor cuando la operación se realice de forma que se promueva la rápida y correcta obturación de las heridas (Ledesma, 2008).

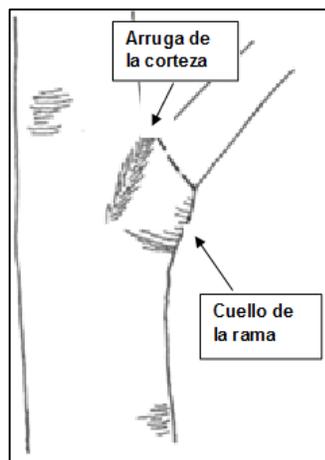


Figura 1: Inserción de la rama, identificándose la arruga de la corteza y el cuello de la rama (Ledesma, 2008).

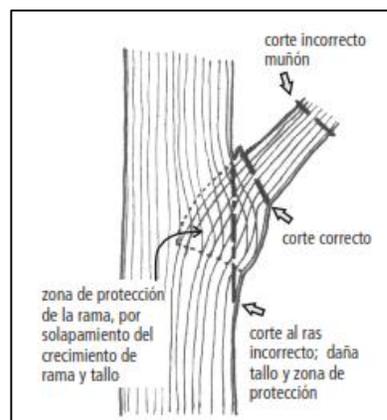


Figura 2: Corte correcto e incorrecto (Ledesma, 2008).

Cuando se cortan ramas medianas y gruesas considerándose lesiones mayores a 10 cm, es necesario realizar varios cortes para eliminar la rama, evitando producir desgarros. En las ramas de grosor medio se hacen dos cortes: el primero, desde la base hasta un tercio de profundidad; el segundo corte, desde la parte superior, completando el corte (Ledesma, 2008). En caso de que la rama sea demasiado grande, para realizar la intervención, el corte se debe llevar a cabo en tres pasos, de esta forma se evita desgarrar la corteza (Figura 4). Inicialmente, se debe efectuar primero una muesca superficial debajo de la rama, afuera del cuello. Este corte impedirá que la rama desgarre el tejido del tronco al caer, separándose del árbol. El segundo corte debe hacerse en la parte externa del primero, a través de toda la rama, dejando un tocón corto. Por último, se corta el tocón justamente afuera de la arruga de la corteza o el cuello de la rama, y de esta manera culmina la operación (Bedker *et al.*, 2013).

Los cortes de poda incorrectos causan daños innecesarios y producen muchas veces, el desgarrar de los tejidos. Los cortes al ras o lisos dañan los tejidos del tronco y pueden ocasionar pudrición (Figura 3). Los cortes que dejan tocones o también llamados acortamientos, provocan la muerte del resto de la rama, y el tejido cicatricial se forma alrededor de la base con los tejidos del tronco. Estas prácticas inadecuadas retrasan la cicatrización de la herida o impiden la formación de callo. Asimismo son una vía de entrada de patógenos (Bedker *et al.*, 2013).

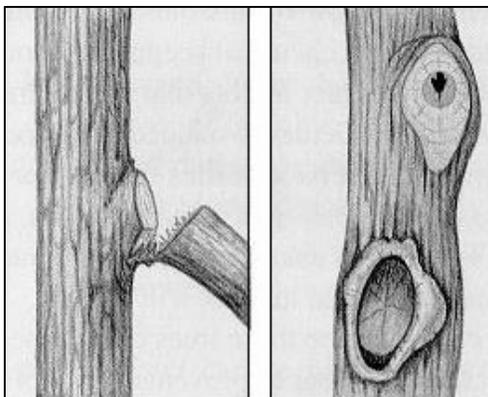


Figura 3: Las prácticas de poda que dañan al árbol: corte desgarrado (izq.) y al ras (der.) (Bedker *et al.*, 2013).

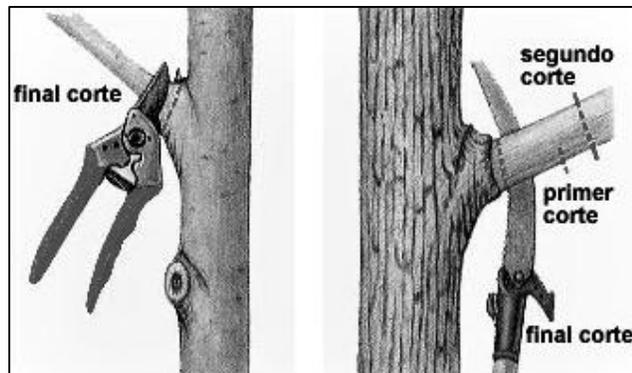


Figura 4: Técnica de tres cortes (Bedker *et al.*, 2013).

Resumidamente se denomina corte incorrecto cuando se elimina el cuello de la rama, removiendo la zona de solapamiento originada por la superposición del tejido de crecimiento de la misma y del tallo, afectando el sector de defensa específica de la rama, fundamental para actuar como protección biológica y ser responsable de la oclusión de la herida de poda (Rivas y Prieto, 2010). Un corte correcto deja la superficie limpia y lisa, sin bordes estropeados, corteza rasgada, ni muñones, respetando la arruga de la corteza y el collar de la rama (S.M.A.M., 2008).

Metodología de poda

Existen diversas alternativas de poda, dependiendo de su finalidad, que se detallan a continuación.

Poda de plantación: cuando las plantas producidas en vivero son extraídas para su plantación, se pierde parte de su sistema radical, por lo que las raíces desgarradas o quebradas deben ser podadas. En la parte aérea puede realizarse una leve poda para eliminar ramas dañadas, superpuestas o mal ubicadas. No se interviene sobre el eje principal, sino sólo sobre las ramas laterales (Ledesma, 2008).

Poda de formación: tienen como fin guiar el crecimiento del árbol en sitios que presentan limitaciones. Para ello se efectúan intervenciones que permitan dar cierta forma al ejemplar, principalmente elevar o realzar su copa y equilibrarla en función del espacio donde se encuentre ubicado. Además se utilizan para corregir deformaciones, para conducir el eje principal del árbol o para dar formas especiales a los árboles teniendo en cuenta, la forma específica de cada especie.

En el realce de la copa, se remueven las ramas para despejar el eje principal, eliminando las ramas basales hasta la altura de ramificación requerida. Se efectúa en el transcurso de los primeros 3 o 4 años de vida (Ledesma, 2008). En muchos casos las ramas dificultan la visibilidad en cruces viales, de señales de tránsito y semáforos, es por ello que por seguridad o para permitir el paso de la luz hacia el suelo y facilitar el establecimiento de otras plantas de cobertura, se eliminan. Respecto a la poda de equilibrio, se recomienda para reducir el volumen de la copa en árboles con crecimiento lateral irregular y evitar interferencias con construcciones en la ciudad (S.D.A., 2010).

Otros casos particulares de poda de formación, se denominan: poda de horqueta y de constitución de túneles. La primera se efectúa cuando el eje principal ha perdido su dominancia o alguna rama lateral adquiere gran vigor, constituyendo

horquetas, es decir, ramas contiguas que se comportan como ejes codominantes. En caso de que las horquetas forman una 'U', presentan una unión fuerte con buen comportamiento biomecánico y pueden conservarse. En cambio, si el ángulo entre las ramas contiguas es muy agudo, dando una horqueta en 'V', las ramas tienen una unión débil y no presentan buen comportamiento frente al viento, por lo que suelen generarse rajaduras o iniciarse procesos de degradación en la madera. Efectuando la eliminación de las horquetas en 'V' por selección de unos de los ejes codominantes y raleo del otro, se mejora la seguridad y favorece a la supervivencia del ejemplar arbóreo. Asimismo, una vez eliminada una de las ramas, la otra tiende a recuperar su posición vertical.

En lo que respecta la formación de túneles, se procede cuando, se superponen la línea del arbolado con la de distribución eléctrica domiciliaria. Se requiere mantener libre de ramas un espacio de 70 cm a cada lado de los cables, lo que se logra por remoción selectiva de ramas y efectuando rebaje de las mismas (Ledesma, 2008).

Podas de limpieza: se realizan para eliminar el exceso de ramas muertas y rebrotes vigorosos de tipo vegetativo, formados a partir de ramas o tronco (S.D.A., 2010). Siendo una premisa fundamental disminuir la probabilidad de caída de ramas, por ejemplo, en Mendoza cuando se presentan corrientes de aire con características de efecto "Fohen" conocido como viento Zonda³ (Caretta et al., 2004).

Poda de mantenimiento: este tipo de poda es sumamente importante ya que consiste en la eliminación de ramas secas y de muñones, de podas anteriores incompletas que generan riesgos. Involucra a la poda de sanidad, que son necesarias a fin de eliminar problemas fitosanitarios, favorecer la entrada de luz y aire, vigorizar ramas jóvenes y corregir podas anteriores (S.D.A., 2010).

Poda de seguridad: se diferencian de las de mantenimiento porque las ramas que se eliminan están vigorosas y activas; se ejecutan para reducir el volumen de la copa y eliminar interferencias con líneas de energía, teléfonos, construcciones cercanas, entre otros. Pueden considerarse como de limpieza, de aclareo o de restauración (S.D.A., 2010).

³ Estas corrientes de aire se caracterizan por propiciar un ambiente con gran sequedad atmosférica, elevada temperatura y por la fuerza mecánica destructiva de sus ráfagas. Asimismo las ráfagas de aire caliente son consideradas una adversidad meteorológica frecuente en nuestra zona entre los meses de agosto a noviembre.

Poda de corrección: Cuando se efectúan podas inadecuadas sobre un árbol joven es posible corregir paulatinamente su forma alcanzando su condición natural, sólo si la práctica cultural ha sido realizada pocas veces y no hay sectores del árbol con indicios de deterioro. Se lleva a cabo mediante la selección adecuada de ramas principales y secundarias, a través de raleo y derivación de las mismas. La intervención debe ser de intensidad baja a moderada debido al estrés previo que ha sufrido el ejemplar (Ledesma, 2008).

Poda de mutilación: intervenciones frecuentemente utilizadas. Consiste en efectuar un rebaje no selectivo o poda corta de todas las ramas, buscando nivelar, o bien, imponer una forma artificial de la copa quedando reducida ésta a cortos muñones. Se altera la forma específica de las especies y su estética, dificulta la floración, disminuye el crecimiento por la reducción del área fotosintética y aumento de la respiración de los tejidos dañados debilitando a los árboles. Causa muerte de raíces y disminuye su vida útil; no hay una correcta oclusión de las heridas y aumenta el riesgo de enfermedades y roturas de la estructura arbórea (S.D.A., 2010).

1.5. Destrucción de la madera en el arbolado urbano

Los árboles en las ciudades son generalmente sometidos a podas exageradas. Por esta razón es muy frecuente que los tejidos leñosos internos queden expuestos, lo que los hace muy susceptibles a la colonización por hongos de la madera. Como consecuencia puede observarse la caída de árboles o de ramas importantes cuando ocurren tormentas con lluvias intensas, vientos fuertes o fenómenos meteorológicos significativos. En la mayoría de estos casos, la madera de sus raíces, ramas o troncos se observa destruida generalmente por microorganismos.

Los hongos de la madera como indicadores del deterioro del arbolado urbano

La identificación de los hongos y el conocimiento de sus características biológicas permiten inferir el estado de la madera donde ellos están presentes. Por esta razón pueden ser utilizados como indicadores de la condición sanitaria del arbolado urbano (Urcelay *et al.*, 2012).

Es importante distinguir aquí lo que se entiende por síntoma y signo. El síntoma es una manifestación externa visible de la enfermedad como por ejemplo, el marchitamiento y/o muerte parcial de ramas, la caída de las mismas, la presencia de huecos en el tronco. El signo es la manifestación del hongo que, es visible principalmente a través de su cuerpo de fructificación y también serviría de indicador del estado sanitario de la planta. Dicho cuerpo fructífero es lo que generalmente suele ser denominado hongo. Esta distinción hay que tenerla presente ya que la ausencia de un cuerpo fructífero no implica que el árbol carezca de infección por parte del hongo. Esto se debe a que la madera está siendo degradada por el microorganismo pero éste aún no ha producido el cuerpo de fructificación, aunque sí se observan síntomas. En otras palabras, la ausencia de cuerpos de fructificación no implica ausencia del hongo (Urcelay *et al.*, 2012).

Caries de la madera. Concepto

Las caries de la madera pueden constituirse en una de las causas de deterioro del arbolado público, que incide negativamente sobre sus funciones y constituye un grave peligro para las personas, animales o cosas, por la eventual caída de la planta completa o partes de ella (Anselmi y Govi, 1996).

Se denomina carie a la degradación de la pared de las células lignificadas, ocasionada por hongos que secretan enzimas. Esto produce la pérdida de las características físico-químicas de la madera, que se disgrega hasta convertirse en una masa esponjosa o pulverulenta, carente de consistencia.

La destrucción de los órganos leñosos, generalmente, se producen en el interior de los árboles, provocando alteraciones de color y consistencia. Estas alteraciones causan la degradación de tres sustancias, principalmente: lignina, hemicelulosa y celulosa, que según cuál de ellas se destruya primero darán diferencias de color y consistencia. Si la que se degrada mayormente es la lignina, se habla de carie blanca, si es la celulosa, de carie marrón y de caries blandas cuando son las tres sustancias al mismo tiempo superficialmente (Mulas, 1998).

Tipos de caries

Caries blancas

En las caries blancas, los hongos atacan y destruyen tanto la lignina como la celulosa, en distinta medida y con modalidades diferentes. Mediante procesos enzimáticos, la larga cadena de celulosa se separa en polímeros cada vez más pequeños, mientras que, la lignina sufre procesos oxidativos en los que intervienen las enzimas polifenol-oxidasas extracelulares. Estos procesos ocurren en formas y tiempos distintos, lo que permite distinguir dos tipos de caries blancas. Un tipo de caries blanca no excluye al otro, tanto en áreas vecinas como en diferentes partes del tronco.

Los agentes de caries blanca que degradan la madera, son los responsables de profundas modificaciones respecto del color, consistencia y todas las propiedades físicas y estructurales. El proceso de degradación tiene una duración muy variable, depende de la especie, el tipo de madera, edad de la planta y la latitud. Si el clima es frío, los procesos de degradación de la madera son más lentos (Mulas, 1998).

Caries marrones

Los hongos atacan en principio la celulosa y la hemicelulosa, mientras que la lignina es degradada en una segunda etapa. La madera pierde rápidamente sus propiedades fundamentales debido a reducciones drásticas de sus dimensiones provocando grietas y fisuras. Los agentes de caries marrón confieren a la madera una coloración más oscura, acompañada en los últimos estadios por la rotura de la madera en pequeños paralelepípedos, llenas de micelio y con una consistencia muy frágil.

Caries blandas

En este medio de enzimas extracelulares, se eliminan la celulosa y la hemicelulosa circundantes, determinando pequeñas cavidades de sección circular, dispuestas en espiral entorno al eje longitudinal de las fibras. Estas pueden abrir el camino al ataque de otros organismos agentes de caries blanca o marrón mucho más violentos. (Mulas, 1998).

Agentes causales de caries

En una herida, los primeros organismos en colonizarla (no necesariamente cariógenos) son capaces de utilizar las sustancias más simples contenidas en las

células leñosas: se trata de agentes cromógenos superficiales como *Aspergillus*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Trichoderma*, y otros, seguidos por agentes cromógenos profundos, como: *Cladosporium*, *Phialophora*, *Pestalotia*, etc. (Rodríguez, 2014).

La mayoría de los agentes de caries blancas y marrones pertenecen a los *Basidiomycotina* e *Hymenomycesetales*. En referencia al principal agente causal de carie blanda se encuentra dentro de las subdivisiones *Deuteromycotina*, incluyendo algunos géneros como: *Acremonium*, *Alternaria*, *Fusarium* y *Ascomycotina* (Mulas, 1998).

Estos agentes fúngicos afectan negativamente el vigor y resistencia de los ejemplares arbóreos, conduciendo muchas veces a una decrepitud anticipada y su muerte antes de cumplir el ciclo natural (Urcelay et al., 2012).

Condiciones que promueven la aparición de caries en la madera

Cabe destacar las características propias de la planta por ejemplo: especie, la edad del ejemplar (ya que beneficia directamente la aparición de caries cuanto más adulto sea el árbol), así mismo, el estado biológico del mismo (Mulas, 1998). Para que un agente fúngico pueda desarrollarse primero tiene que llegar a los tejidos leñosos internos del árbol. Esto puede ocurrir a través de heridas que sufren naturalmente o provocadas por el hombre (Urcelay et al, 2012).

También la agresividad, especificidad, armas enzimáticas que posea el patógeno, carácter saprófito, habilidad pionera, supervivencia en condiciones desfavorables y la capacidad de producir inóculo, son particularidades de suma importancia en la aparición de las caries. La incidencia y la gravedad de los ataques, dependen también de la disponibilidad nutricional, ambiental del hongo. Esta última propiedad relacionada estrechamente con el nivel de inóculo y su capacidad de difusión.

Desde el punto de vista ambiental la temperatura, humedad atmosférica, contenido hídrico de la madera, acidez del medio, contenido de oxígeno y dióxido de carbono afectan, tanto el proceso de infección como el de la germinación de las esporas (Urcelay et al., 2012).

La presencia de otros organismos en la madera, pueden tener influencias significativas en el desarrollo de las caries, debido a interacciones antagónicas que perjudican al agente causal o a relaciones benéficas que lo favorecen (Mulas, 1998).

Infección de tejidos.

Sobre plantas vivas, en general, las infecciones por hongos productores de caries ocurren a través de heridas. Estas lesiones pueden ser originadas por roturas de ramas, cortes de poda, nudos de ramas muertas, heridas por ataque de insectos xilófagos, ataque de otros hongos u otras lesiones presentes en las ramas, tronco o raíz (Anselmi y Govi, 1996), lesiones traumáticas como quema de hojas en el cuello de las plantas, sujeción de carteles, choques de vehículo y otras causas. A estas incisiones pueden llegar distintas estructuras del hongo que originan infección como: esporas, conidios, fragmentos de micelio o agregados miceliares.

Los primeros organismos en colonizar las heridas frescas (no necesariamente cariógenos) son capaces de utilizar las sustancias más simples contenidas en las células leñosas: se trata de agentes cromógenos superficiales (como *Aspergillus*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Trichoderma*, etc.) seguidos por agentes cromógenos profundos (como: *Cladosporium*, *Phialophora*, *Pestalotia*, entre otros).

Sucesivamente a las modificaciones producidas en la madera por estos organismos, pueden activarse los hongos típicamente xilófagos que se desarrollan en la madera interna, más pobre de sustancias nutritivas, fácilmente asimilables. El micelio se desarrolla e invade los tejidos degradando las paredes celulares. La colonización se acelera por la muerte progresiva de las células y por la pérdida de reacciones de defensa activa del tejido contra la invasión fúngica.

Una vez que una estructura del hongo entra en contacto con la madera, éste comienza a crecer y desarrollarse, invadiendo los tejidos y digiriendo de a poco los componentes de las paredes celulares. La propagación de célula a célula se produce por perforación de las paredes o, a menudo, a través de las punteaduras. En virtud de la elevada cantidad de enzimas que pueden secretar los hongos, son capaces de degradar los constituyentes fundamentales de la pared celular, como hemicelulosas, celulosa y lignina, dando como resultado la degradación o caries de la madera (Mulas, 1998).

Sintomatología

Las caries de la madera inicialmente provocan una ligera variación del color y consistencia de los tejidos. Si el proceso no se detiene, habrá una progresiva degradación con alteración de sus características morfológicas, fisiológicas, mecánicas y químicas.

Junto a las variaciones en la tonalidad de color de la madera alterada, más claro o más oscuro de lo normal, según el tipo de carie que produzca el hongo (blanca o marrón), suele visualizarse la presencia de bandas oscuras, en los límites entre madera afectada y aparentemente sana. Estas bandas oscuras son el resultado de la activación de mecanismos de resistencia por parte de la planta.

Además pueden modificar el aspecto general de la madera, haciéndola aparecer más húmeda o más seca, así como también, según la tipología de las alteraciones, pueden ser: escamosas, fracturadas, fibrosas, manchadas o alveoladas. Pueden provocar un aumento de la permeabilidad, tanto al aire como al agua, por lo cual absorbe líquido más rápidamente que la madera sana.

La madera cariada presenta un olor característico, que puede ser a moho y muy distinto de los agradables olores de la madera fresca. También conllevan a una modificación del peso, que generalmente, se reducirá. Estas alteraciones varían según la especie forestal involucrada, el agente fúngico, la zona de tallo afectada y la condición ambiental. Otro cambio es el incremento de inflamabilidad, respecto a la madera sana. A partir de estas modificaciones se puede tener elementos de juicio para detectar la presencia de ataques fúngicos (Mulas, 1998).

Muchas veces se observan cambios de color en partes de la madera del árbol debido a hongos cromógenos, relacionados a la enorme producción de fructificaciones de los mismos. Estas infecciones están vinculadas a las elevadas temperaturas y el contenido hídrico, causado por la imbibición externa o la escasez de aireación.

1.6. Reacción del Árbol al deterioro. Defensa pasiva y activa.

Una vez producida la penetración, la colonización de la madera por parte del hongo es notablemente contrarrestada por la planta mediante una serie de reacciones de defensa, tanto activa como pasiva.

Los mecanismos de defensa pasiva, son aquellos vinculados con las características intrínsecas del vegetal como el tipo de células, microestructura de la pared celular, contenido de sustancias como: taninos, terpenos, fenoles y derivados. Además de estas condiciones de la planta son importantes el estado hídrico, el contenido de oxígeno, entre otros.

Los mecanismos de resistencia activa, están vinculados con reacciones fisiológicas (síntesis de sustancias inhibitorias, sobre todo fenoles), barreras morfológicas (disposición de sustancias inhibitorias inorgánicas, como calcio, magnesio, silicio, etc.; y orgánicas, como calosa, lignina y suberina) y con modificaciones histológicas, tanto regenerativas (tejido cicatrizal) como degenerativas (muerte de estratos celulares con deposición de fenoles, taninos (Mulas, 1998).

Algunos autores sostienen que (Pérez, 2013), la madera puede compartimentarse, es decir, que es capaz de oponer diferentes barreras a la progresión de la pudrición. Se considera como un proceso que permite aislar las partes sanas de las partes infectadas.

La capacidad de compartimentar está muy ligada a las especies; algunas presentan una rápida reacción, otras lo hacen lentamente y en forma poco eficaz. La época, el lugar y el tamaño de la herida resultan determinantes para que el árbol pueda superar la dificultad en el menor tiempo. Se ha comprobado que durante períodos invernales, cuando las temperaturas son bajas, la suberización y lignificación retardan su aparición, aumentando la sensibilidad a los patógenos. La activación de este proceso es consecuencia de la actividad cambial, por ello ocurre solamente durante el período de actividad vegetativa.

Estos sistemas de defensa están regulados genéticamente y dependen de la especie vegetal que se trate, de los individuos colonizadores, de la cantidad y tamaño de las heridas (Pérez, 2013).

1.7. La provincia de Mendoza

Caracterización provincial

La provincia de Mendoza se localiza en una zona templada. Es un territorio mediterráneo y continental, de clima árido a semiárido, ubicado al pie de la Cordillera de los Andes. Se ubica en el Centro-Oeste argentino, entre 32° 35' de latitud Sur y 68° 50' de longitud Oeste. Posee un registro variable de precipitaciones que va desde los 100mm (milímetros) en el extremo noroeste, hasta los 400mm en el sector sureste, arrojando un promedio de 220mm. Está expuesta a la acción de los anticiclones del Pacífico (altas montañas y región volcánica al sur) y del Atlántico (piedemontes, depresiones y llanuras).

Debido al clima que posee, el 90% de las actividades económicas y el 65% de la población provincial se concentran en el 4% de la superficie total. Esto se debe a que, al ser semidesértica, las actividades se concentran alrededor de los recursos hídricos formando oasis. La provincia cuenta con tres oasis principales: norte, centro y sur, a los se suman otros como el de Malargüe y Uspallata. Estas áreas comprenden tanto, territorios rurales, como urbanos (Montaña, 2010).

Como consecuencia del incremento de centros urbanos ubicados en zonas áridas y a fin de conservar el recurso hídrico de la provincia, en los últimos años, se han impulsado programas de forestación urbana que buscan emplear especies de bajo requerimiento hídrico (Martinez *et al.*, 2013).

Desde hace aproximadamente un siglo, el hombre ha forestado las diversas ciudades de la provincia de Mendoza para hacerlas más habitables y confortables. Dadas las características climáticas de la región, el arbolado urbano posee un sistema interconectado de canales y acequias. Se ha transformado en parte esencial, desde el punto de vista paisajístico como ecológico (Lucero *et al.*, 2010).

El arbolado público en Mendoza está sujeto, como en otras ciudades del mundo, a situaciones de estrés. Por lo cual las plantas no se encuentran exentas de los problemas que condicionan su posibilidad de vida. En el bosque urbano mendocino, los árboles de alineación en las calles superan el millón de ejemplares, la mayoría son especies exóticas, entre las que predominan morera (*Morus alba*), fresno europeo (*Fraxinus excelsior*), plátano (*Platanus x acerifolia*) y paraíso (*Melia azedarach*) (Martinez *et. al*, 2013).

El arbolado público reviste gran importancia para los centros urbanos de la provincia, lo cual implica que la sostenibilidad de este recurso en el tiempo sea una temática de gran interés. Tanto el manejo del mismo, como su estado fitosanitario son aspectos primordiales a estudiar para el mantenimiento de este recurso en el tiempo.



Figura 5: Arbolado urbano de la ciudad de Mendoza en la actualidad. Fuente: (Martinez, 2013).

Antecedentes históricos-legales del arbolado público

En Mendoza, desde su fundación en 1561 y hasta fines del siglo XIX, la plantación de árboles y su preservación se ha realizado en forma desordenada. A partir de 1907, se inició con la plantación planificada del arbolado, con plátanos al principio y luego moreras. Estos ejemplares presentaron muchos inconvenientes debido a su tamaño. Se utilizaron otras especies como: fresno americano (*Fraxinus pennsylvanica*), fresno europeo (*Fraxinus excelsior*) y álamos (*Populus simonii*). Estos últimos desaparecieron por problemas fitosanitarios. Luego de algunas décadas se implantaron ejemplares de olmo bola (*Ulmus sp.*). Actualmente, se emplean diversas especies, algunas autorizadas y otras no. A pesar de ello, la tendencia general actual es el uso de especies con resistencia a la sequía.

En el ámbito legislativo, es importante tener presente que en marzo de 1996 se creó el Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público. El mencionado Consejo está conformado por representantes de diversas instituciones, como: la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DRNR), la Dirección Provincial de Vialidad, la Dirección de Desarrollo Agrícola y Forestal, la Administración de Parques y Zoológico, el Departamento General de Irrigación, el Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas (IADIZA), el Centro de Ingenieros Agrónomos de Mendoza, la Sociedad de Arquitectos de Mendoza, la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo), el Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) y Organizaciones no

Gubernamentales. Respecto al marco legal que rige sobre el Arbolado Público Provincial, existen la Ley 7.873, que se refiere a la gestión; Ley general 7.874 sobre disposiciones generales y la Ley 7.875 declarando la emergencia en el sistema del arbolado público de la Provincia de Mendoza, restringiendo la tala, erradicación y podas en todo el territorio provincial (Carrieri, 2005).

El departamento de Tupungato, Mendoza.

Tupungato está situado en la falda del Cordón del Plata a 33° 02' y 33° 32' de latitud sur, y entre los 69° 08' de longitud oeste, sobre el pedemonte de la Cordillera de Los Andes. Junto a Tunuyán y San Carlos, forma parte de una de las regiones más prósperas de la provincia, llamada Valle de Uco. Las características climáticas son semejantes a las descriptas para la provincia, pero existen algunas específicas de esta ciudad, que determinan el microclima de la zona: como las temperaturas máximas y mínimas en promedio anual oscilan entre los 6 y 20°C (Municipalidad de Tupungato, 2016), las mismas se encuentran por debajo de las temperaturas medias registradas en otros sectores de la provincia, por ejemplo la ciudad de Mendoza (Ciudad de Mendoza, 2016). Su altitud, comprendida a 1050 metros sobre el nivel del mar, siendo este un aspecto determinante junto con la temperatura para el desarrollo biológico. Las precipitaciones anuales son superiores al promedio provincial, variando de 300 a 320mm. La humedad relativa ambiental del departamento es elevada (D. A. C. C., 2014; Municipalidad de Tupungato, 2016).

Estos aspectos climáticos son un condicionante fundamental en la actividad biológica de los valles cordilleranos, tienen relevancia en el contexto de este análisis ya que afectan directamente los procesos fisiológicos de los árboles vinculados tanto a la capacidad de cicatrización de las heridas provocadas por la poda, como a la actividad de los microorganismos que atacan a las especies forestales en zonas urbanas. Este contexto hace aún más interesante el estudio del arbolado urbano en la ciudad cabecera de Tupungato.

Tanto a nivel provincial como municipal, muchas veces quedan delegadas las competencias vinculadas al manejo de la trama forestal urbana, ya que se otorga mayor prioridad a otras problemáticas de la sociedad como la salud, educación, seguridad, entre otras, deponiendo el cuidado del arbolado urbano. (D' inca *et al.*, 2013).

Según (Carrieri, 2005) prevalecen dificultades en la ejecución de acciones pertinentes al manejo del arbolado público, que se mencionan a continuación:

- **Especies mal seleccionadas** cuando se eligen especies con condiciones ecológicas inadecuadas al lugar de plantación, espacio vital disponible insuficiente, hábito de crecimiento, raíces, producción de frutos o longevidad, no aptos al lugar de plantación.
- **Incorrecta infraestructura:** cuando las instalaciones de las ciudades no se adecuan a la presencia de árboles como ser acequias impermeabilizadas, tomas de agua obstruidas o inexistentes, desniveles, cemento sobre el tronco, etc. Estos inconvenientes obligan, muchas veces, a que las raíces exploren cañerías de cloacas, agua, desagües, jardines, con los consiguientes daños a veredas, casas y servicios.
- **Plantaciones imperfectas** cuando se plantan los árboles sin seguir las medidas técnicas aconsejadas para cada situación específica.
- **Plantas mal conducidas desde edad juvenil** dando lugar, en pocos años, a problemas innecesarios de la vegetación sobre los servicios o edificaciones, obligando a realizar podas severas que provocan el envejecimiento prematuro de los ejemplares o erradicaciones.
- **Escaso mantenimiento** ya que al no efectuar las tareas planificadas en el arbolado, como podas de formación-conducción, riego, controles sanitarios, en tiempo y forma se ve afectado el estado fisiológico, función y estética de los ejemplares.
- **Incorrecta coordinación y falta de planificación, entre los entes prestadores de los distintos servicios** (gas, luz, cloacas, TV, teléfono, agua, riego, caminos y calles, municipios, entre otros.)
- **Falta de coordinación entre los departamentos internos de esas instituciones.** Cuando la responsabilidad de planificación, formación, mantención, sanidad, recae en diversos departamentos internos, resulta que no hay responsables concretos del arbolado.
- **Proyecto y ejecución de diversos inmuebles,** aprobados por los municipios, que no contemplan la presencia o necesidad de arbolado. Este hecho provoca la pérdida del sistema forestal urbano.

Las especies utilizadas frecuentemente en este departamento son acer (*Acer negundo*) en su mayoría, morera (*Morus alba*), fresno europeo (*Fraxinus excelsior*), fresno americano (*Fraxinus pennsylvanica*), paraíso común (*Melia azedarach*), paraíso sombrilla (*Melia azedarach var. umbraculifera*), olmo (*Ulmus sp.*), entre otras. Estos ejemplares, en su conjunto, brindan los diversos beneficios. Muchas veces el manejo técnico que se brinda es ineficiente, generando la pérdida de muchos ejemplares (Rodríguez, 2014).



Figura 6: Zona céntrica de Tupungato, diciembre de 2015. Fuente: Google Earth.



Figura 7: Zona céntrica de Tupungato, diciembre de 2015. Fuente: Google Earth.

Especies elegidas para el estudio.

Para el desarrollo de esta tesis se seleccionaron árboles de fresno europeo y morera de la ciudad de Tupungato.

Fresno europeo (*Fraxinus excelsior*)

Exótica, originaria de Europa. Es un árbol caducifolio, de tamaño medio, 8 a 10m de altura, puede alcanzar hasta 45m. Su tronco es recto, de corteza rugosa y agrietada, al principio verde oliva luego, en su estado de adultez, gris verdosa. Posee hojas compuestas, imparipinadas, largamente pecioladas, con folíolos opuestos, aserrados, sésiles en número de 9 a 13, lanceolados u oval-oblongos. Sus frutos son sámaras aplanadas aladas de forma extendida, que maduran en otoño, permaneciendo en el árbol durante el invierno.

En época otoñal adquiere una coloración amarillenta que hace muy llamativo su aspecto ornamental. Las heladas tardías suelen dañar su floración y brotes tiernos. Sus yemas son opuestas, de color negro, la terminal más desarrollada y las laterales más diminutas. Respecto a sus flores son poco notorias, y la floración se desarrolla en julio antes de la foliación. Su requerimiento solar es alto y prefiere suelos frescos y fértiles (Lell, 2006).

Algunas consideraciones adaptativas que pueden influir sobre esta especie arbórea, son las temperaturas medias óptimas mayores a 7,5°C, que limitan su crecimiento. Si las temperaturas medias son menores, se acorta el número de meses previsto para continuar con el periodo de crecimiento. Esta condición, ligada a la altitud brinda un límite tolerable de 850 metros sobre el nivel del mar. La precipitación requerida por fresno, es una condición muy limitante cuando es inferior a 725mm anuales. Sin embargo, los ejemplares pueden soportar etapas de sequía severas si se encuentran en zonas de secano, donde se suministra agua de riego o acceden a agua freática (Coello, *et. al*, 2013).



Figura 8: Ejemplares de *Fraxinus excelsior* en la ciudad de Tupungato, Mendoza. Fuente: Google Earth, enero de 2016.

Morera o Mora blanca (*Morus alba*)

Especie originaria del centro-este de Asia. Es un árbol caducifolio de tamaño medio, que puede alcanzar 10 a 12m de altura. Presenta un tronco recto, de corteza rugosa de tonalidades pardo-ceniza o grisácea clara, con grietas profundas, mayormente en ejemplares longevos. La forma de la copa es redondeada, con hojas grandes, caducas, alternas, lobuladas, simples dentadas, ovales, de tonalidad verde con brillo lustroso en la cara adaxial y algo pilosas en la cara abaxial y su borde está aserrado. Sus flores son unisexuadas o diocas.

Presenta limitaciones vinculadas al entorno, ya que prefiere ambientes de suelos arenosos, no tolera suelos mal drenados o compactos. Es poco tolerante a bajas temperaturas y no soporta largos periodos de heladas. Igualmente, se encuentra inactiva fisiológicamente cuando la temperatura es inferior a 13°C. Su crecimiento óptimo, está dado cuando las temperaturas oscilan entre 16 y 27°C, la altitud tolerada por la especie es hasta 1.800 metros sobre el nivel del mar y las precipitaciones requeridas varían de 1.000 a 2.500mm anuales (S.T.D.F., 2013).

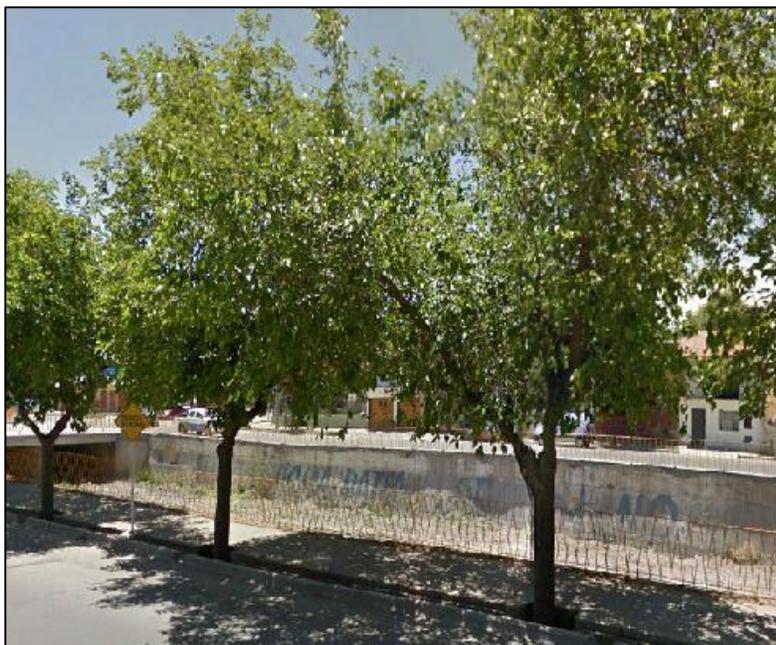


Figura 9: Ejemplares de "*Morus alba*" en la ciudad de Tupungato, Mendoza. Fuente: Google Earth, enero de 2016.

2. OBJETIVOS

General

En este estudio se pretende evaluar la metodología de poda utilizada en el arbolado público de la ciudad cabecera del departamento de Tupungato, Mendoza sobre las plantas de morera (*Morus alba*) y fresno europeo (*Fraxinus excelsior*). Asimismo, estudiar los procesos de cicatrización y degradación de madera de las heridas provocadas por esta práctica cultural.

Particulares

- Analizar la metodología de poda que se utiliza en el departamento de Tupungato-Mendoza sobre fresno europeo y morera.
- Analizar el diámetro de las heridas originadas por poda en las especies mencionadas.
- Analizar la cantidad de cortes de poda que poseen los ejemplares de las especies mencionadas en el arbolado público de este departamento.
- Evaluar la cicatrización de las heridas originadas por la poda, en función del tamaño del corte realizado.
- Comparar la capacidad de cicatrización de las heridas de poda entre las especies estudiadas.
- Estudiar la relación existente entre los procesos de cicatrización de las heridas de poda y el desarrollo de caries de la madera.

3. MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se realizó en la ciudad cabecera del departamento de Tupungato. En calles de similar importancia (Figura 10-11) que presentaban igualdad de condiciones. Se seleccionaron al azar, treinta plantas de morera (*Morus alba*) y treinta de fresno europeo (*Fraxinus excelsior*).

En las siguientes fotos satelitales se muestran los sitios de relevamiento, donde se tomaron los datos a campo para la evaluación de la poda efectuada en el departamento.



Figura 10: Imagen satelital del centro de Tupungato, donde en línea roja se indica las calles analizadas para el muestreo de fresnos (calle Las Heras y Monseñor Fernández). En las llamadas se observa la fotografía general de las calles. Fuente: Google Earth.



Figura 11: Imagen satelital de la ciudad de Tupungato, donde en línea roja se indica la calle analizada para el muestreo de moreras (calle Asistente Ubilla, Ruta Provincial 89). En la llamada se observa la fotografía general de la calle. Fuente: Google Earth.

Evaluación *in situ*. Datos de campo.

Se registró la ubicación del ejemplar, se contabilizó el número de cortes de poda que se habían efectuado en cada planta. Por observación directa y captura fotográfica, en cada corte se tomaron otros parámetros como:

- a. Diámetro clasificando los cortes en cuatro categorías: menos de 5cm, entre 5 y 10cm, entre 10 y 15cm, por último, más de 15cm.



Figura 12: Corte menor a 5cm.



Figura 13: Corte de diámetro de 5 a 10cm.



Figura 14: Corte de diámetro de 10 a 15cm



Figura 15: Corte de diámetro mayor a 15cm

- b. Tipo de corte, se consideran cinco categorías: al ras, a 45° dejando collar (de 3 a 4cm), acortamiento sin tirasavia (dejando más de 5cm), acortamiento con tirasavia al ras y rebaje con tirasavia dejando muñón.



Figura 16: Corte realizado al ras.



Figura 17: Corte realizado a 45° dejando collar.



Figura 18: Acortamiento sin tirasavía (dejando más de 5cm).

Figura 19: Acortamiento con tirasavía al ras.



Figura 20: Acortamiento con tirasavía dejando muñón.

- c. Cicatrización: teniendo en cuenta el porcentaje de la circunferencia del corte con presencia relativa de tejido cicatrizal, se realizó la siguiente categorización: 0-4%, 5-19%, 20-49%, 50-69% y de 70-100%.



Figura 21: Corte con 0-4% de cicatrización en circunferencia.



Figura 22: Corte con 5-19% de cicatrización en circunferencia.



Figura 23: Corte con 20-49% de cicatrización en circunferencia.



Figura 24: Corte con 50-69% de cicatrización en circunferencia.



Figura 25: Corte con 70-100% de cicatrización en circunferencia.

d. Porcentaje de la superficie de corte cubierta con tejido cicatrizal, a considerar: 0-24% nulo o escaso, 25-49% discreta, 50-74% modesta y 75-100% elevada.



Figura 26: Corte con nula o escasa cicatrización superficial.

Figura 27: Corte con discreta cicatrización superficial.



Figura 28: Corte con modesta cicatrización superficial.

Figura 29: Corte con elevada cicatrización superficial.

e. Degradación: se establecieron cuatro categorías: corte no degradado, con degradación incipiente, corte degradado y muy degradado.



Figura 30: Corte no degradado.

Figura 31: Corte con degradación incipiente.



Figura 32: Corte degradado.

Figura 33: Corte muy degradado.

f. Exudación: se consideraron tres clases: ausente, escasa y abundante.



Figura 34: Corte con ausencia de exudación.

Figura 35: Corte con escasa exudación.



Figura 36: Corte con abundante exudación.

g. Forma del corte: considerándolo limpio, o desgarrado si el corte presenta astillado o la corteza rasgada.



Figura 37: Corte limpio.

Figura 38: Corte desgarrado.

Ex situ. Evaluación de laboratorio.

Se extrajeron muestras de madera provenientes de los cortes de poda identificados para las cuatro categorías de degradación. Se seleccionaron tres cortes al azar de cada categoría de degradación en ambas especies, procurando que no se tomara más de una muestra por cada ejemplar arbóreo. Se utilizó una gubia y un martillo para extraer trozos de madera de 1,5cm de ancho y 3cm de largo aproximadamente. El material se colocó en bolsas de nylon bien identificadas y éstas a su vez en una caja de telgopor para conservarlo en su transporte al laboratorio. Se logró tener doce muestras por especie, tres por cada categoría de degradación.

De los trozos de madera obtenidos a campo, se cortaron cubos de 0,5cm de lado, los cuales fueron colocados en tubos de ensayo. Este material luego fue lavado con agua corriente de 6 a 7 veces y posteriormente esterilizado. La esterilización superficial fue realizada con hipoclorito de sodio al 5% durante tres minutos. A continuación, se sembraron cinco trozos de madera en cajas de Petri. Se utilizaron dos sustratos diferentes: Agar Papa Glucosado (APG) como sustrato universal y por otro lado, medio selectivo para Basidiomicetos que contenía agar malta con Benomil (0,004 g/ml) y Estreptomina (0,03 g/ml). Se sembraron dos cajas de cada medio por muestra. Las cajas de Petri se incubaron a temperatura de laboratorio (aprox. 21°C) por una semana, y luego se procedió a la identificación de las colonias que se formaron.

Para el análisis estadístico, se realizó una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirnov, para determinar el comportamiento de los datos más relevantes de este escrito, considerando al diámetro, porcentaje de cicatrización en la circunferencia del corte y en la superficie del mismo, por último, el estado de degradación de la lesión. Teniendo como fin, determinar si los datos obtenidos para el estudio en cuestión se comportaban o no de manera normal, es decir, si eran o no paramétricos. Al resultar no paramétricos, se utilizó el test de Kruskal -Wallis para el análisis de la varianza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de la metodología de poda.

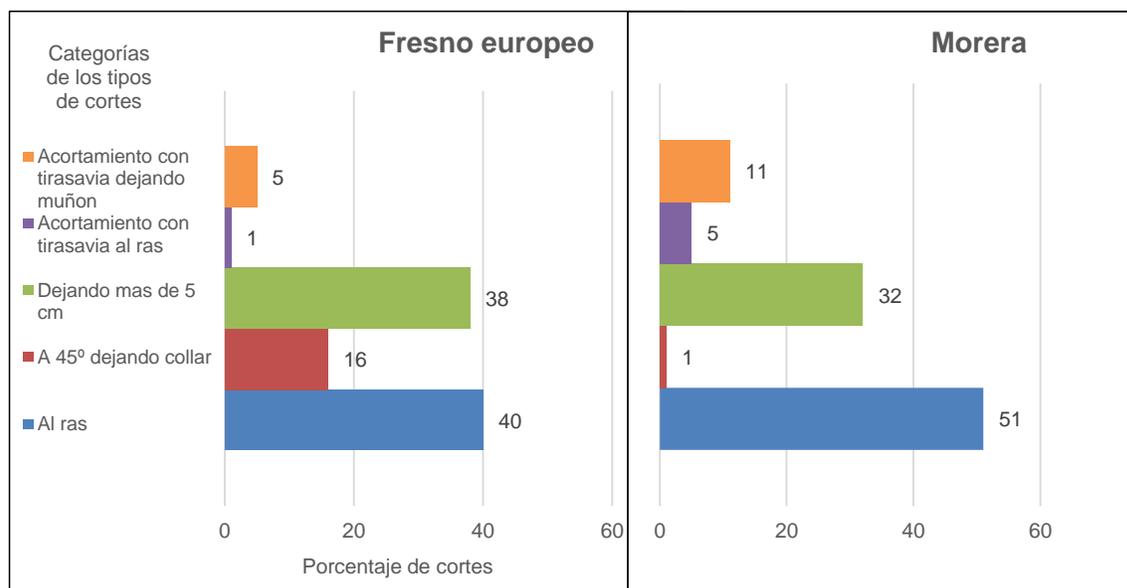


Figura 39: Distribución porcentual de los tipos de cortes efectuados en la poda de ejemplares de Fresno europeo y Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

El análisis del tipo de poda efectuado en fresno y moreras de la ciudad de Tupungato (Figura 39), muestra que, para ambas especies en estudio, la metodología mayormente utilizada son cortes al ras de la rama con 40% para fresno y 51% en morera. Además, presentan un alto porcentaje los cortes que dejan muñón o más de 5cm, 38% y 32% respectivamente. Ambas intervenciones, se consideran inadecuadas (Ledesma, 2008).

El tipo de corte efectuado a 45° dejando el collar de la rama, es más habitual en fresno europeo 16% que en morera 1%, considerado adecuado por Rivas y Prieto (2010) y S.M.A.M. (2008). Siendo ésta una práctica correcta, permitirá limitar los riesgos de pudrición y enfermedades, promoviendo el crecimiento de tejidos correspondientes al proceso de oclusión de la herida (Pérez, 2013). Los acortamientos con tirasavia al ras o tirasavia dejando muñón, se realizan con menor frecuencia, para ambas especies.

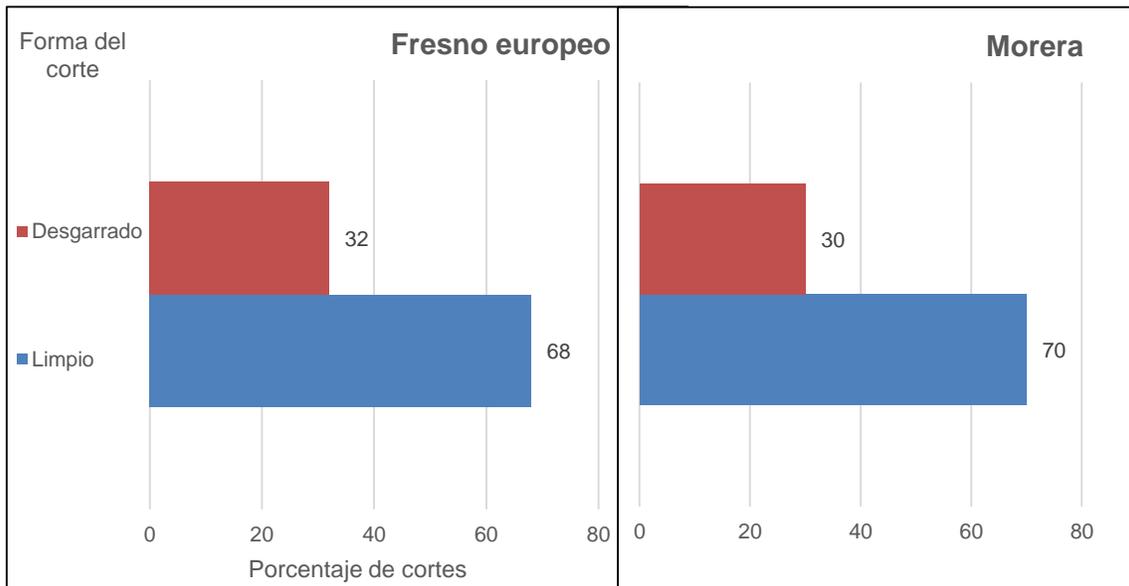


Figura 40: Distribución porcentual de las formas de corte efectuadas en la poda de ejemplares de Fresno europeo y Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En la Figura 40 se observa que, la mayoría de los cortes de poda realizados en las especies estudiadas, alrededor del 70% de los mismos se han efectuado de forma limpia, es decir, de manera correcta. Aproximadamente el 30% de los cortes se han realizado con desgarramiento de corteza, tanto en fresno como en morera. Si bien parece que el 30% no fuera un valor muy elevado, es importante, ya que un corte de este tipo, origina una herida que no puede cicatrizar correctamente. Dentro de un tiempo, podría generar inconvenientes en el estado sanitario de los ejemplares (Bedker *et al.*, 2013).

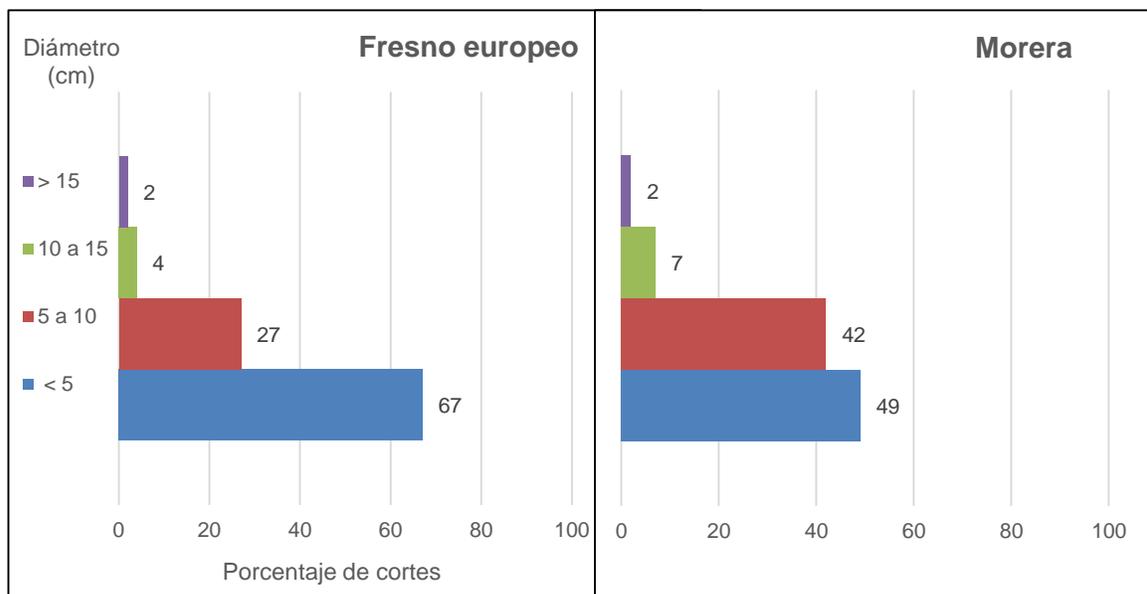


Figura 41: Distribución porcentual del diámetro de ramas podadas en los ejemplares de Fresno europeo y Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

La figura 41 muestra la representación gráfica de la distribución porcentual del diámetro de ramas podadas para cada especie en estudio. Se observa en general que se realiza poda de ramas de diámetro menor a 10cm, aproximadamente, el 90% de los cortes en fresno y morera. En fresno se observa que la mayoría de los cortes 67%, se efectuaron sobre ramas con un diámetro menor a 5 cm, al igual que en morera 49%. Cortes de dimensión variable entre 5 a 10cm, morera 42%, supera a fresno 27%. En coincidencia con Rodríguez (2014), son escasos los cortes de diámetro mayor a 10cm.

Este aspecto es muy significativo, puesto que existe consenso en considerar que, un aumento del tamaño del corte implica dificultades en la cicatrización de las heridas y un incremento en el riesgo de infección de las mismas (Mulas, 1998; Ledesma, 2008).

La calidad del corte, en función del tipo de poda que se efectúe, se puede evaluar examinando las heridas luego de la temporada de crecimiento. Si fue realizada correctamente, puede observarse sobre el corte, la formación de anillos concéntricos de tejido cicatrizal (Bedker *et al.*, 2013).

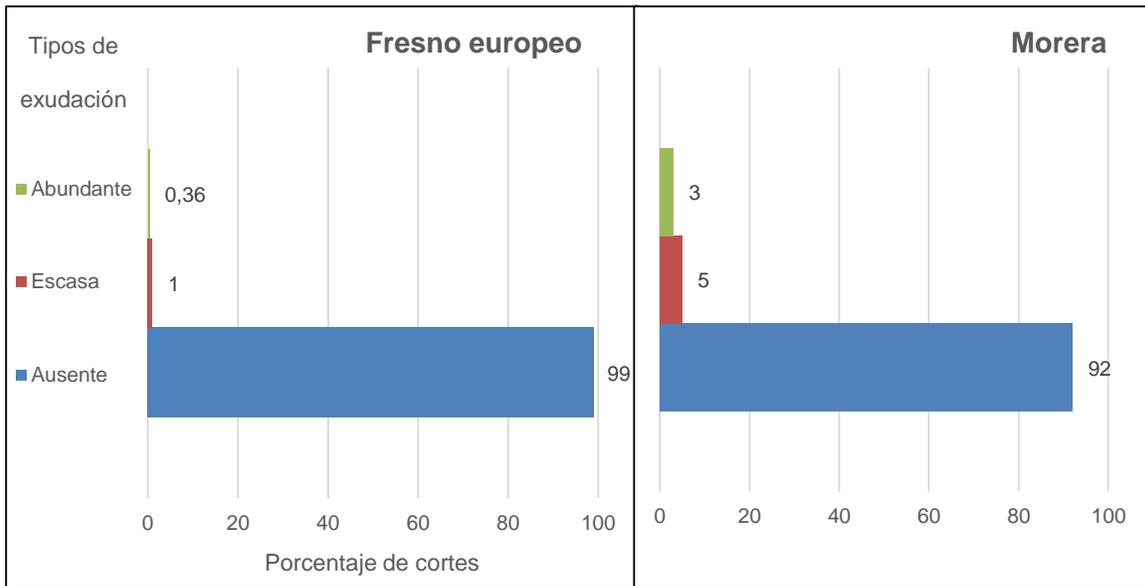


Figura 42: Distribución porcentual del tipo de exudación presente en los cortes efectuados en la poda de ejemplares de Fresno europeo y Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En cuanto a la presencia de exudados la Figura 42, muestra que, la mayoría de los cortes efectuados en la poda de fresno europeo (99%) no presentaban exudados, al igual que en morera (92%). En fresno se muestra, con una frecuencia casi imperceptible, cortes con escasa y abundante exudación. Para morera se observa un 5% de cortes con escasa exudación y 3% con abundancia de exudados.

Según Mulas (1998), cuando un árbol percibe una alteración externa, en este caso la poda, el ejemplar genera una sustancia denominada exudado, como mecanismo de defensa que depende de cada especie. Sin embargo, estos datos no coinciden con esta afirmación, ya que la mayoría de las heridas de poda no muestran exudación.

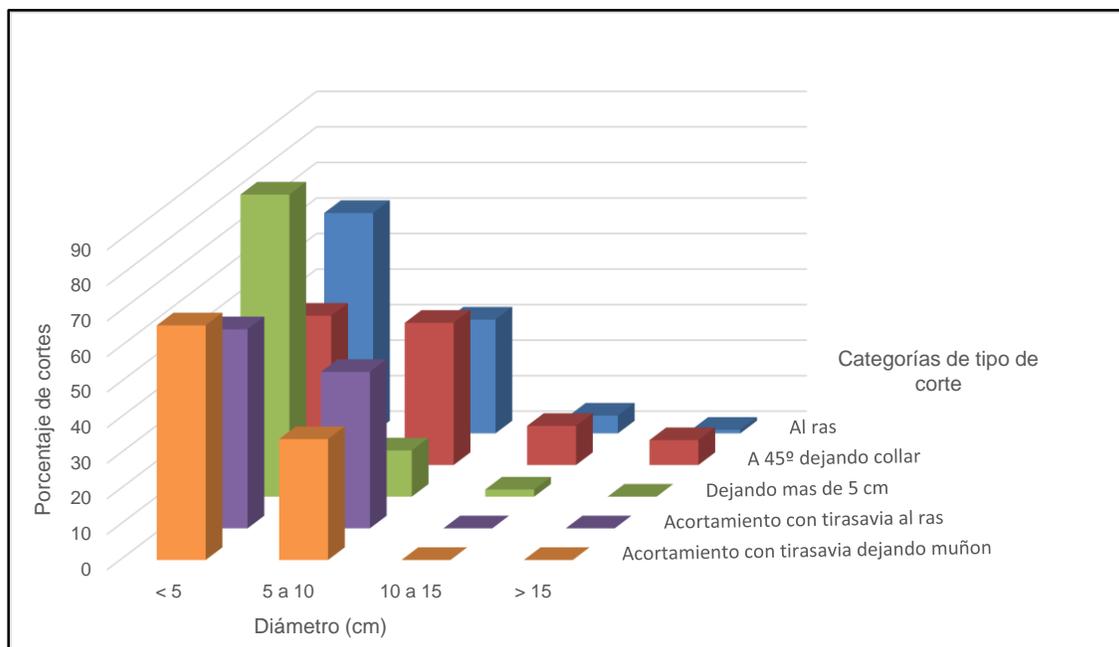


Figura 43: Distribución porcentual del tipo de corte realizado en la poda considerando el diámetro de las heridas en ejemplares de Fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

La Figura 43 muestra la relación que existe, en fresno, entre el tipo de corte y los respectivos diámetros. Puede observarse, que todas las metodologías de poda se han efectuado en cortes de diámetro menor a 10cm. Son muy frecuentes los cortes de diámetro inferior a 5cm en todas las tipologías de poda. Le siguen los cortes con dimensiones de 5 a 10cm. En cuanto a las tipologías de corte a 45° dejando collar y al ras de tronco hay una mínima proporción efectuados en ramas de gran tamaño, con dimensiones mayores a 10cm.

En correspondencia con Ledesma (2008), esta distribución de las tipologías de poda es bastante acertada, ya que se respeta la dimensión de los cortes, teniendo presente que deben efectuarse cuando las ramas son de diámetro menor a 10cm. Se podría contribuir aún más, con la oclusión de las heridas, si la mayor cantidad de intervenciones se efectuara a partir de acortamientos con tirsavía al ras y cortes a 45° dejando collar.

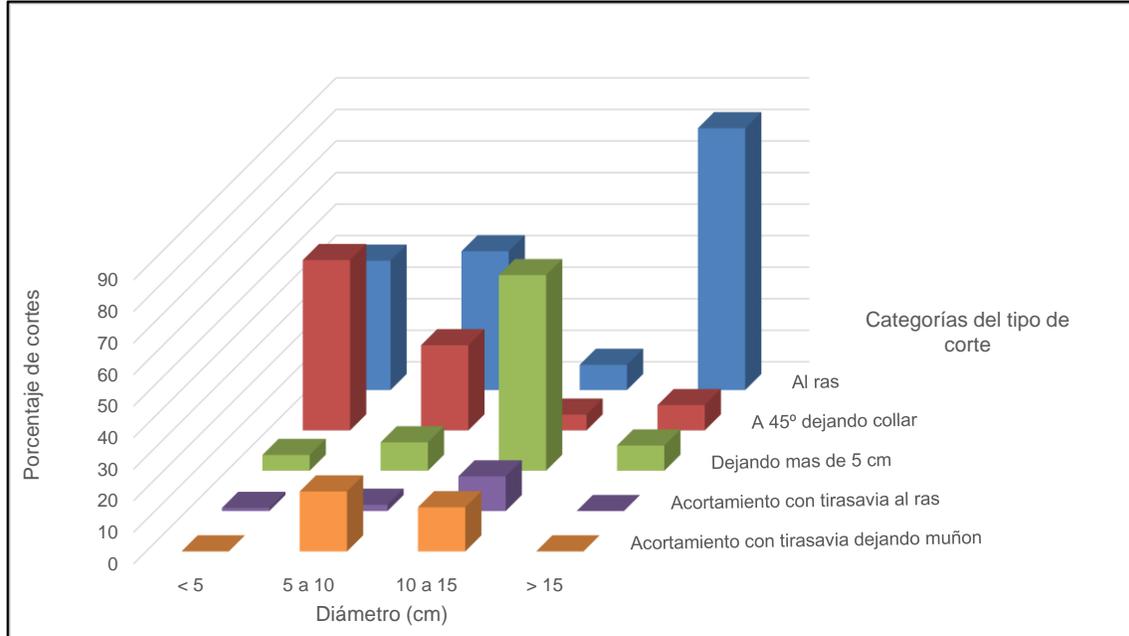


Figura 44: Distribución porcentual del tipo de corte realizado en la poda considerando el diámetro de las heridas en ejemplares de Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

El mismo análisis en morera (Figura 44), presenta una distribución muy dispersa de los datos sobre la metodología de poda utilizada y el diámetro de los cortes, comparando con fresno europeo.

Los cortes realizados al ras con diámetros mayores a 15 cm, muestra un valor porcentual muy relevante. Pero cortes efectuados a 45° dejando el collar y aquellos realizados dejando más de 5cm, se presentan con escasa frecuencia. Puede verse una gran cantidad de cortes a 45° dejando collar y realizados al ras, en ramas con diámetro menor a 10cm. Respecto a los cortes, en los cuales se deja más 5cm, puede verse una elevada frecuencia de los mismos cuando su tamaño varía de 10 a 15cm. En este caso la poda es inapropiada, distinguiendo muchos cortes de grandes dimensiones efectuados al ras o dejando muñón, tipologías incorrecta según Ledesma (2008).

4.2. Análisis del diámetro de las heridas.

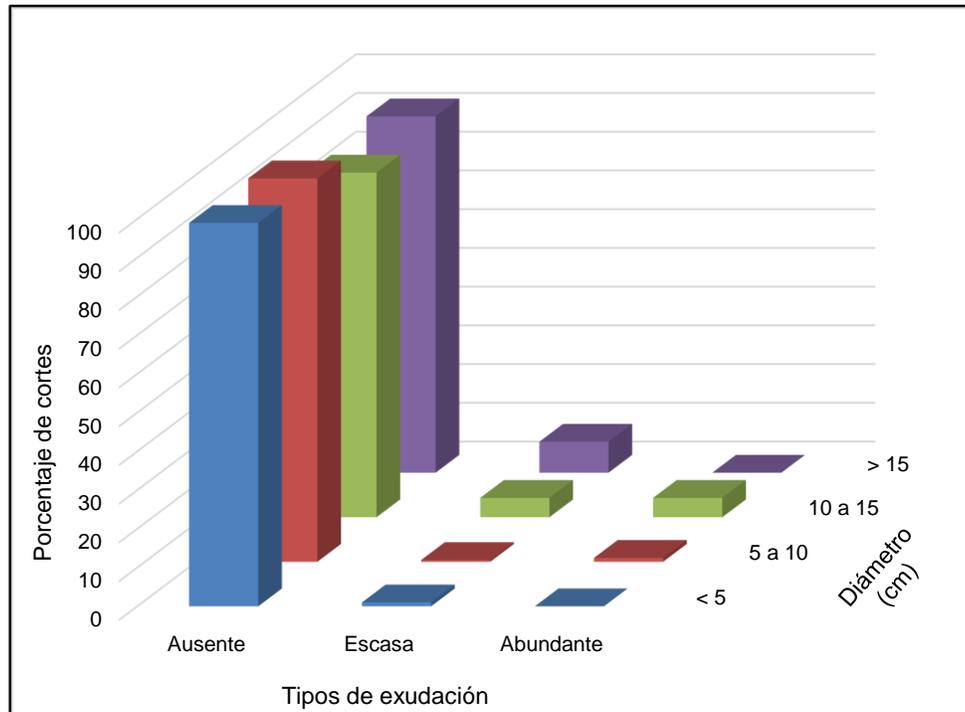


Figura 45: Distribución porcentual del diámetro de las heridas de la poda considerando el tipo de exudación presente, en ejemplares de Fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

La Figura 45 muestra la relación entre los distintos diámetros y la presencia de exudados en fresno. La mayoría de los cortes de pequeñas o grandes dimensiones, no manifiestan exudación. Pero, se observa que un leve porcentaje de cortes, ha comenzado a exudar cuando sus dimensiones son mayores a 10cm. En coincidencia con Coello y otros (2013), el fresno europeo es una especie que rara vez produce sustancias resinosas o gomosas.

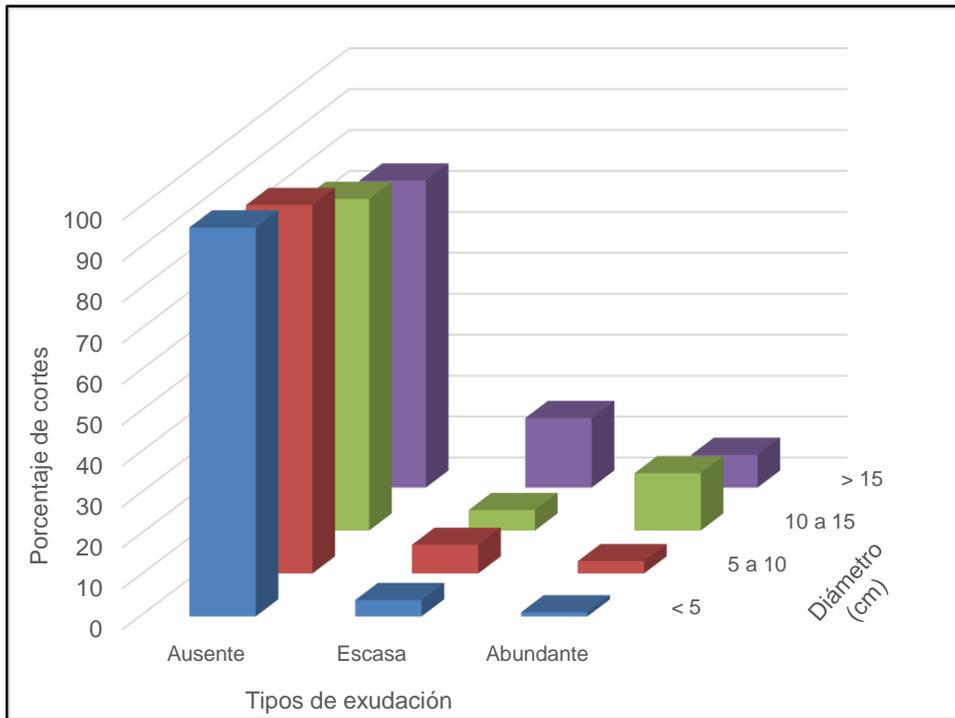


Figura 46: Distribución porcentual del diámetro de las heridas de poda considerando el tipo de exudación presente, en ejemplares de Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En la Figura 46 se muestra la distribución que vincula los diámetros y la presencia de exudados. La mayoría de los cortes, grandes o pequeños, no presentan exudados. Pero a medida que, aumenta el tamaño de las heridas, se visualiza un incremento de las mismas con escasa y abundante exudación. Como se mencionó anteriormente, sucede algo muy similar en fresno europeo. Sin embargo, según Elmida y Martínez (2012) morera es una especie que habitualmente produce este tipo de sustancias como mecanismo de defensa ante lesiones.

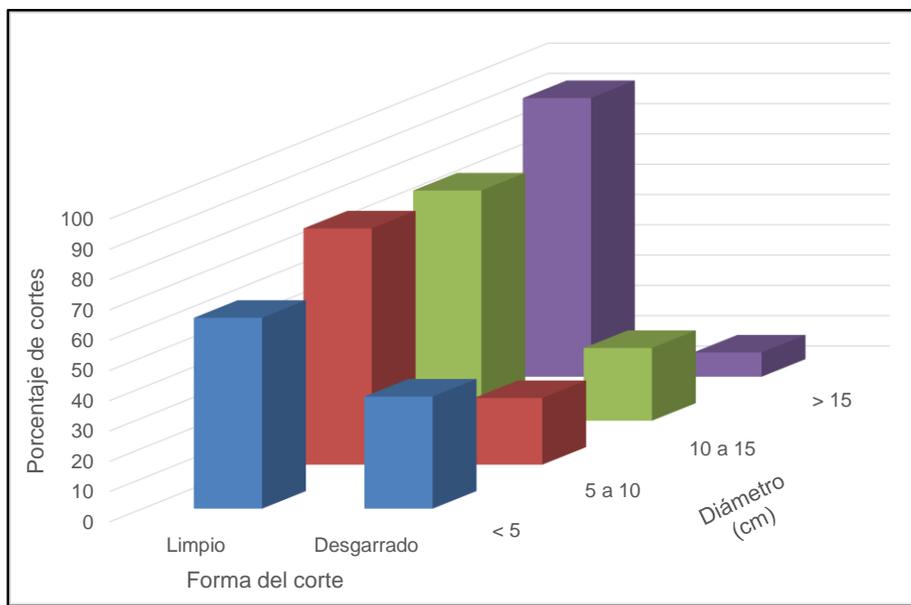


Figura 47: Distribución porcentual de la forma de corte ejecutado, para los distintos diámetros de heridas de poda en ejemplares de Fresno europeo, en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

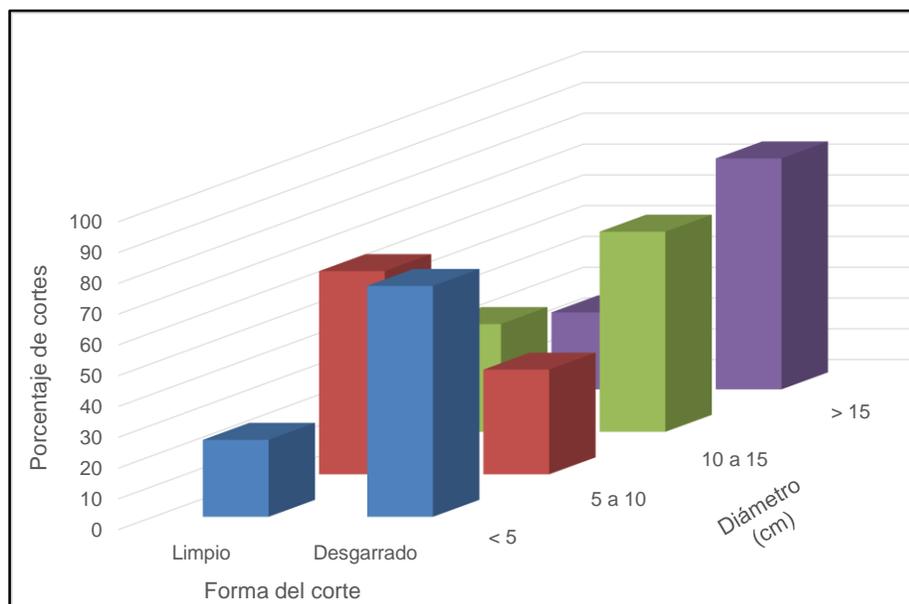


Figura 48: Distribución porcentual de la forma de corte ejecutado para los distintos diámetros de heridas de poda en ejemplares de Morera, en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

Lo que se muestra en la Figura 47 y 48, relaciona los distintos diámetros con la forma del corte, limpio o desgarrado. En fresno, es muy frecuente encontrar cortes limpios. A diferencia de lo observado para morera, donde predominan los cortes

desgarrados, a excepción de los cortes con diámetro de 5 a 10 cm que se muestran efectuados de forma limpia.

Según Bedker y otros (2013), es fundamental utilizar herramientas adecuadas y bien mantenidas para la intervención. Si el corte a realizar es en ramas de diámetro menor a 10cm, se puede evitar desgarros de la corteza con una buena tijera o podón, adecuadamente afiladas. En cambio, si la dimensión del corte es mayor a 10cm, es posible identificar lesiones desgarradas, por el propio peso de la rama. Las distribuciones que se muestran para las especies en estudio no concuerdan con lo mencionado anteriormente. En morera, muchos cortes menores a 10cm se presentan desgarrados.

Lo más relevante a considerar para una poda adecuada es, que se efectúe un corte limpio, de dimensiones menores a 10 cm. Realizando el tipo de intervención más adecuada, en función del ejemplar a podar (Ledesma, 2008; Bedker et al., 2013).

4.3. Análisis de la cantidad de cortes.

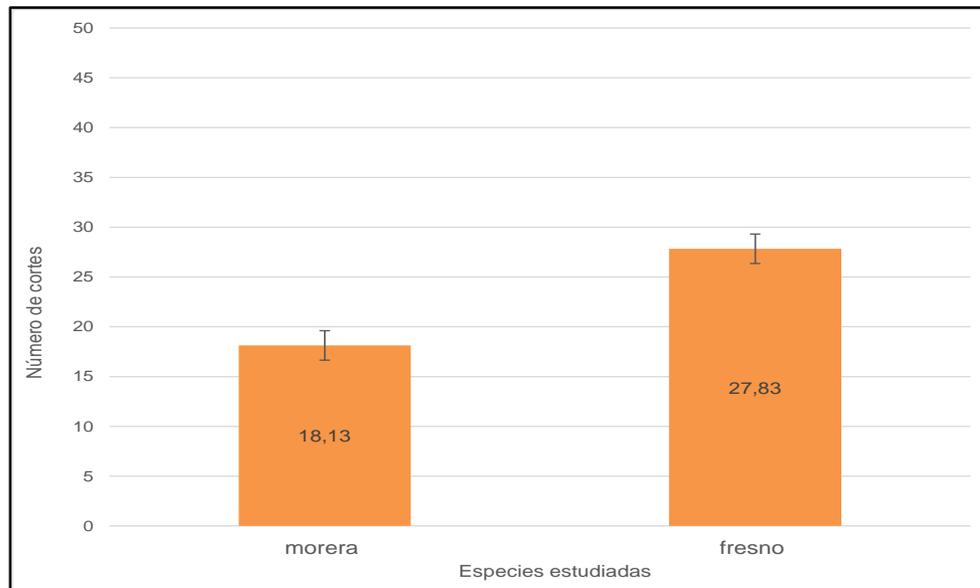


Figura 49: Representación gráfica del análisis de la Varianza del número de cortes efectuados en la poda de Fresnos europeos y Moreras de la ciudad de Tupungato.

En la Figura 49, se aprecia la cantidad de heridas de poda que se han efectuado hasta el momento, tanto en fresno como en morera. A continuación se muestra una tabla con el análisis del número de cortes.

Tabla 1: Test de Bonferroni para analizar el número de cortes efectuados en los ejemplares de Fresno europeo y Morera en la ciudad de Tupungato.

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=4,18105				
Especie	Medias	n	p-valor	
Morera	18,13	30	<0,0001	A
Fresno	27,83	30	<0,0001	B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)				

Las pruebas estadísticas aseveran que fresno europeo ha recibido un número mayor de intervenciones de poda, siendo la media de 28 cortes por planta, a diferencia de morera con 18 cortes por planta. El número de cortes por planta expone diferencias significativas entre una especie y la otra, considerando que fresno europeo ha recibido 10 cortes más, que morera. Como expresa Carrieri (2005), puede ser consecuencia de la falta de coordinación entre las entidades públicas y privadas que se involucran en la poda en función a sus propios intereses, como por ejemplo las podas ejecutadas por el municipio u otras empresas de servicios, o las que realizan los vecinos. Teniendo en cuenta estos datos, puede verse que no hay podas exageradas sobre estos ejemplares.

Esta comparación no es del todo precisa, ya que no se tiene registro de lo acontecido entre plantación de los ejemplares y el relevamiento en cada especie. Para mitigar esta situación, se intentó disminuir la variabilidad seleccionando plantas de aproximadamente la misma edad.

Con los datos obtenidos y en coincidencia con S.D.A. (2010), mientras menos intervenciones se realicen, más se beneficia la vida del árbol en zonas urbanas.

4.4. Evaluación de la cicatrización de las heridas.

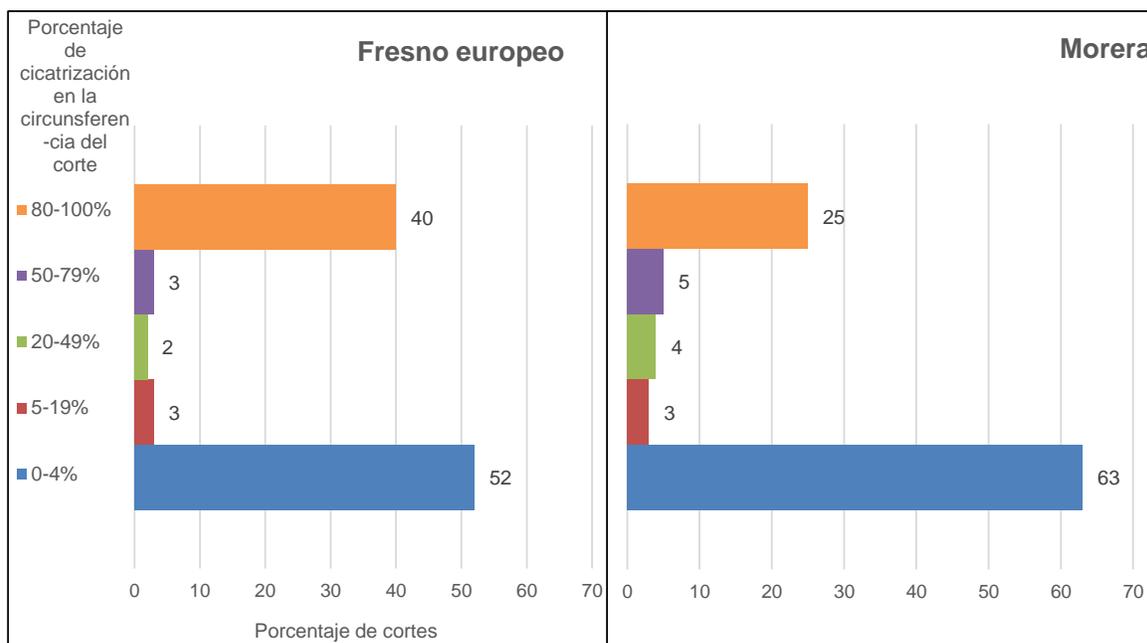


Figura 50: Distribución porcentual de la cicatrización en la circunferencia de las heridas de poda en ejemplares de Fresnos europeo y Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

Para evaluar la capacidad de cicatrización que tienen los fresnos europeos y moreras, se tuvo en cuenta el porcentaje de cicatrización presente en la circunferencia del corte y en la superficie de la herida.

La Figura 50, muestra los valores vinculados a la cicatrización en la circunferencia de la herida para ambas especies. En fresnos se puede observar que, el 52% de los cortes presentan escaso tejido cicatrizal en la circunferencia del mismo. En la categoría más elevada de cicatrización perimetral, se muestra un alto porcentaje de cortes 40%. Para moreras sucede algo similar, se denota un pequeño aumento del porcentaje de cortes que presentan poco o nulo tejido cicatrizal en el contorno de la herida 63% y una disminución del valor porcentual de cortes con la mayor capacidad de cicatrización en la circunferencia 25%. En cuanto a las categorías intermedias de cicatrización perimetral, es poco relevante el valor porcentual que presentan los ejemplares de ambas especies.

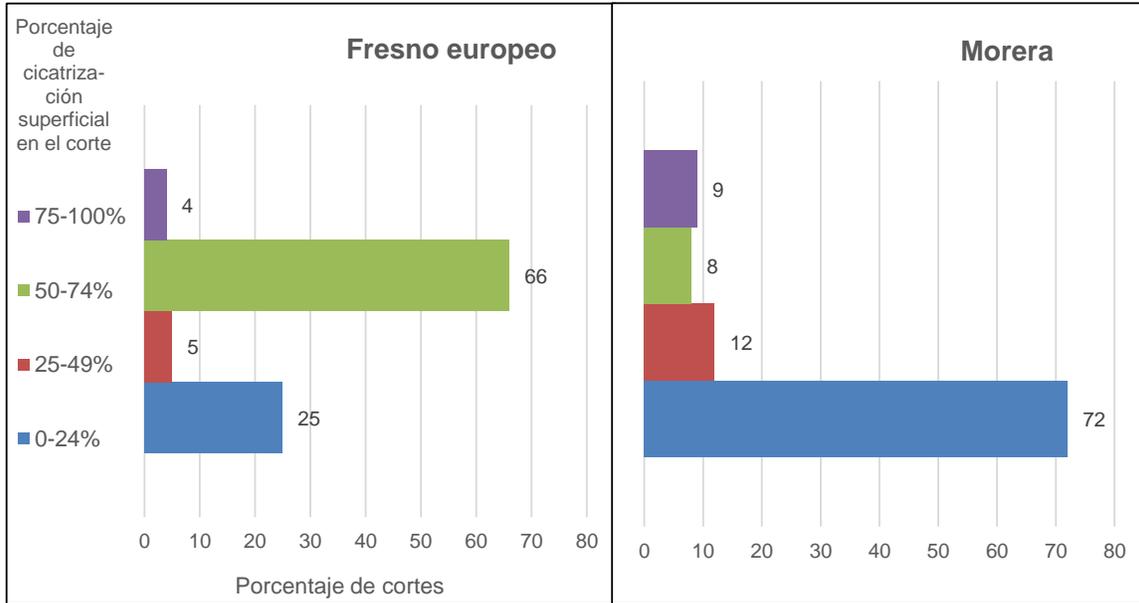


Figura 51: Distribución porcentual de la cicatrización en la superficie de las heridas de poda en ejemplares de Fresno europeo y Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En la Figura 51, puede verse la capacidad de cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda para ambas especies. El 66% de las lesiones de fresno muestran valores que oscilan entre 50-74%, es decir, una elevada cantidad de cortes exhiben su área casi totalmente cubierta por tejido cicatrizal. El 25% manifiestan escaso o nulo valor porcentual de cicatrización en la superficie. En morera, la mayoría de las heridas exhiben un valor porcentual de cicatrización en su superficie nulo o reducido 72%, para las restantes categorías de cicatrización superficial se observan valores poco relevantes.

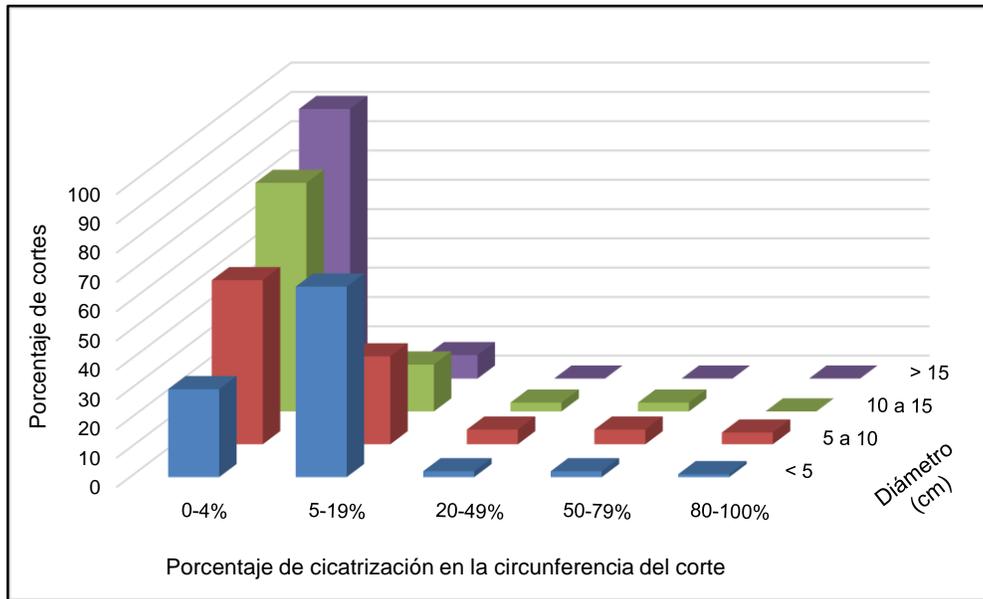


Figura 52: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la circunferencia de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En la Figura 52, se muestra la relación que existe entre los respectivos diámetros y la cicatrización perimetral en las heridas de fresno. Se observa que la mayoría de los cortes menores a 5cm de diámetro presentan un porcentaje de cicatrización de la circunferencia entre 5-19%, es decir, un valor porcentual bajo, considerando la categorización establecida para esta variable. Puede verse que los cortes pequeños, de 5 a 10cm, presentan un leve, pero visible porcentaje de tejido cicatrizal. A medida que se va incrementando el tamaño de la herida, es decir, aumenta el diámetro del corte, se visualiza que la capacidad de la planta para generar tejido cicatrizal en la circunferencia es cada vez menor. La mayoría de los cortes, que exhiben diámetros mayores a 10cm se muestran con escaso o nulo tejido cicatrizal en la circunferencia de la lesión. Al igual que Rodríguez (2014), en fresno observa una alta tasa de cicatrización de heridas en todas las categorías de diámetro, en cambio en las observaciones de este estudio se ve baja tasa de cicatrización en todos los diámetros. Quizás esta diferencia se deba al tiempo en que lleva el corte realizado.

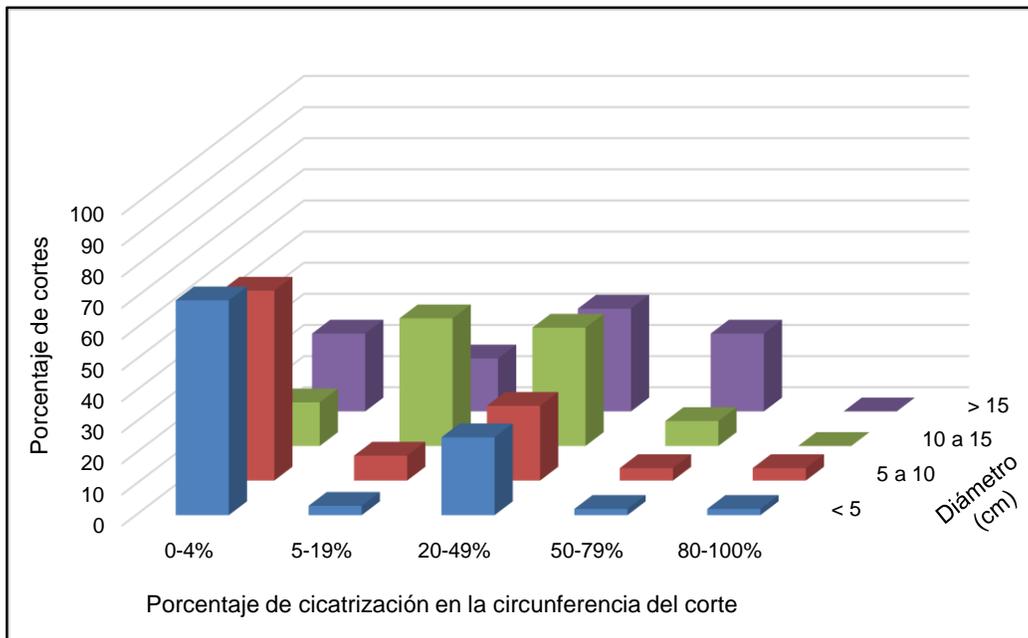


Figura 53: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la circunferencia de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

La Figura 53, muestra para morera, una distribución más dispersa. La mayoría de los cortes de diámetro menor a 10cm presentan un porcentaje de tejido cicatrizal en la circunferencia por debajo del 50%. Las heridas de poda de diámetro mayor a 10cm, exhiben porcentajes de cicatrización un poco más elevados.

Según lo expuesto por Rodríguez (2014) para el departamento de Guaymallén, observó que morera con cortes grandes la cicatrización superficial era escasa, en cambio con cortes menores a 5cm la cicatrización era mayor. En esta distribución, para la misma especie, no se visualiza esta tendencia. Estos datos para ambas especies no coinciden.

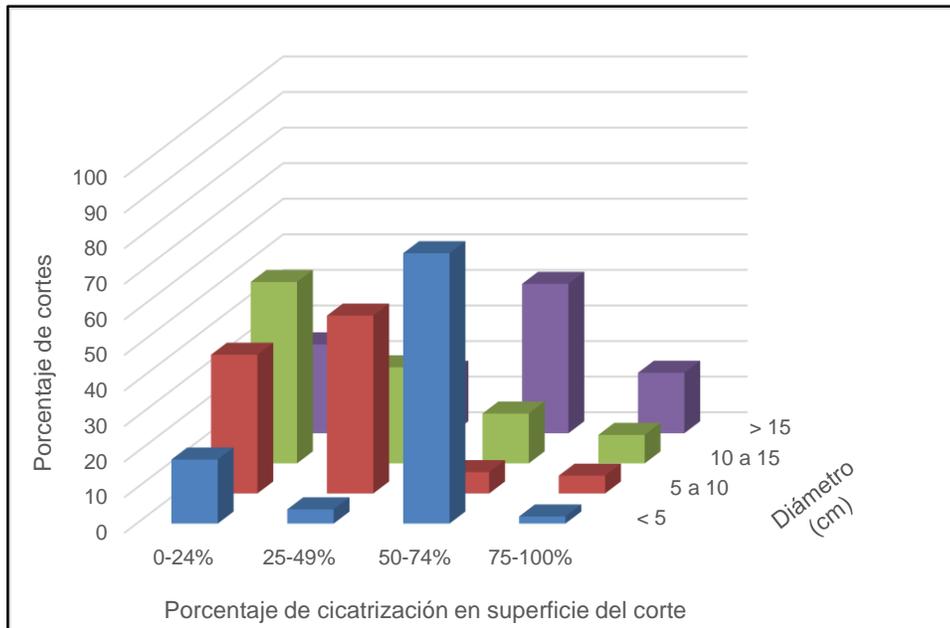


Figura 54: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda, teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En la Figura 54 se muestra la distribución porcentual entre de la cicatrización en la superficie de las heridas y los distintos diámetros. Se observa mayor porcentaje de cicatrización que a nivel perimetral, con valores más dispersos. En los cortes menores a 5cm de diámetro hay un alto porcentaje que presenta una cobertura con tejido cicatrizal, entre 50-74%. En cuanto a las heridas con diámetro de 5 a 10cm, muestran valores por debajo del 50% de cobertura de cicatrización. Para diámetros mayores a 10cm, puede verse un aumento de cortes en todas las categorías de cicatrización superficial.

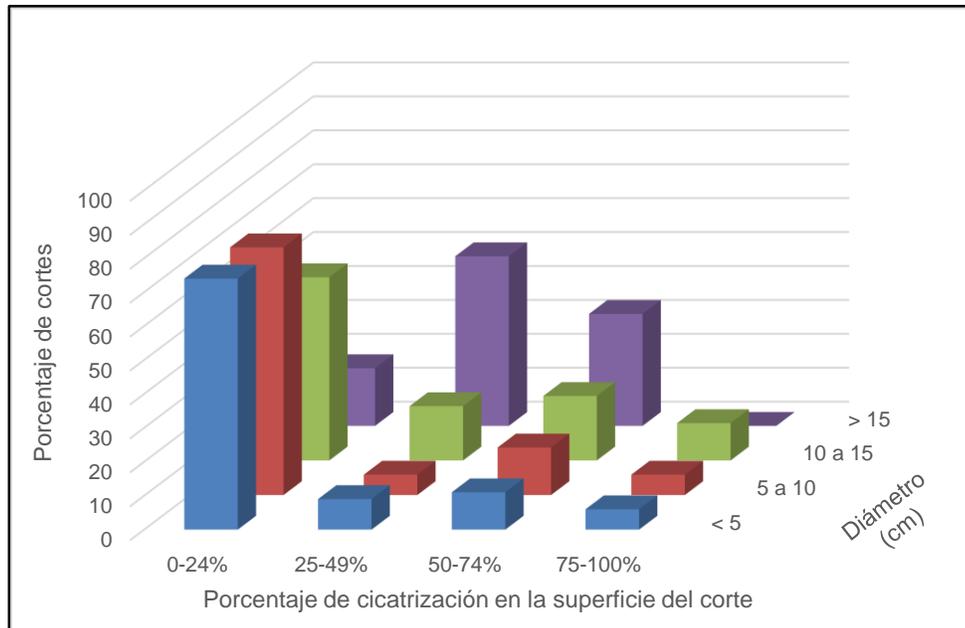


Figura 55: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

La Figura 55, para morera muestra que, las heridas de diámetro menor a 15cm muestran un porcentaje de 0-24%, es decir, nulo o escaso tejido cicatrizal. Las de 5 a 10cm, muestran valores por debajo del 50% de cobertura cicatrizal. Si bien se observa un leve incremento en la cicatrización de cortes de diámetro mayor a 15cm, no existe ninguna herida de esta dimensión totalmente ocluida.

Los datos observados para las ambas especies, son coincidentes a lo reportado por Rodríguez (2014), ya que la dimensión del corte afecta directamente la capacidad de cicatrización.

El proceso de cicatrización de las heridas se consolida por la formación de un labio cicatrizante o ‘callo’ que se desarrolla desde el contorno hacia el centro de la lesión. Una premisa fundamental es realizar las acciones pertinentes en el momento adecuado, es decir, que el proceso de intervención sea progresivo, y fortalezca al ejemplar arbóreo desde las etapas iniciales, permitiendo el establecimiento las ramas que mejor se ubiquen. Se deben efectuar podas graduales a fin de evitar las grandes heridas que se producen al podar ramas añosas, es decir, realizar intervenciones progresivas desde las etapas iniciales, con poda de formación.

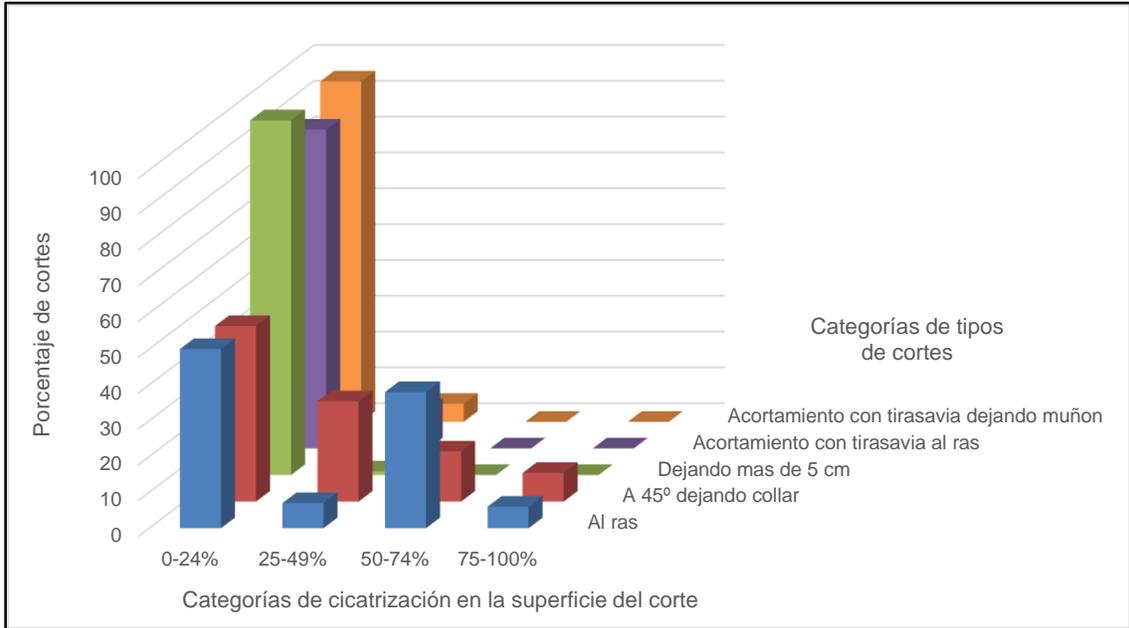


Figura 56: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

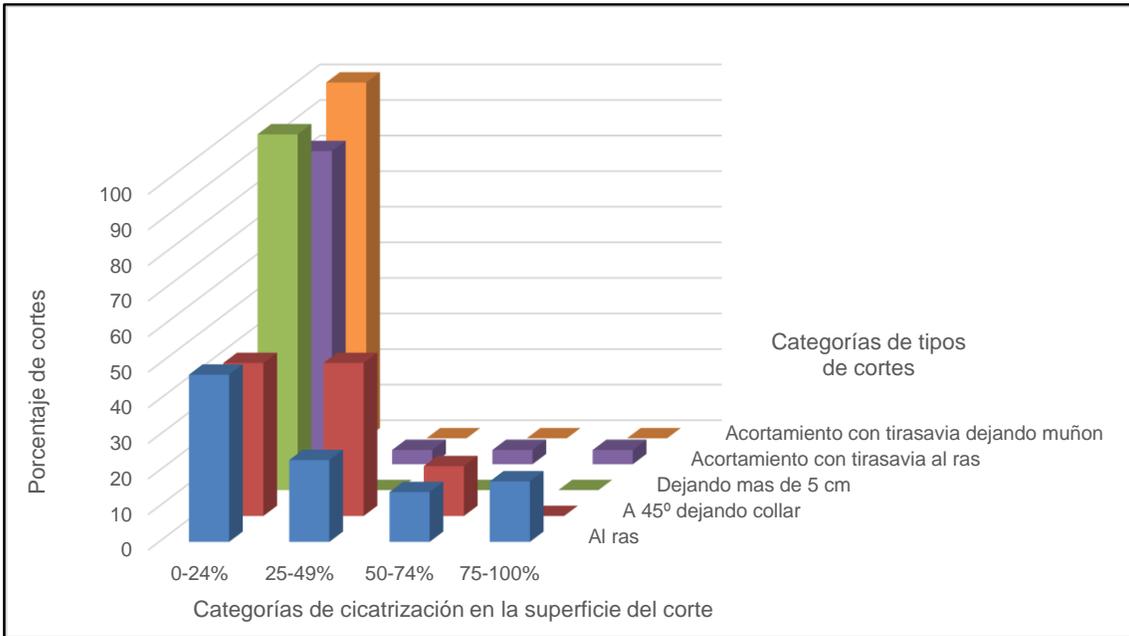


Figura 57: Distribución porcentual de la cicatrización presente en la superficie de las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En las Figuras 56 y 57, se muestra la relación entre la capacidad de cicatrización de la herida de poda y el tipo de corte efectuado para fresno y morera, respectivamente. Puede verse que tanto en la práctica correcta, que contempla los cortes a 45° dejando el collar de la rama y el acortamiento con tirasavia al ras, como así también los cortes incorrectos, considerando los que se realizan al ras de la rama, dejando más de 5cm y aquellos acortamientos con tirasavia dejando muñón, muestran nula o escasa presencia de tejido cicatrizal en su superficie. En correspondencia con Rodríguez (2014) tanto para fresno europeo y morera, se observa una frecuencia elevada de las heridas con escasa o nula aparición de tejido cicatrizal en la superficie.

Esta distribución de frecuencias para ambas especies, posiblemente esté condicionada a una poda realizada en tiempos recientes. Reconociendo que para todas los tipos de poda correctos e incorrectos, en una especie como la otra, la presencia de tejido cicatrizal es muy limitada. En correspondencia con Rodríguez (2014), fresno europeo tiene mayor facultad para la cicatrización de heridas que morera.

4.5. Relación existente entre los procesos de cicatrización y el desarrollo de caries de la madera.

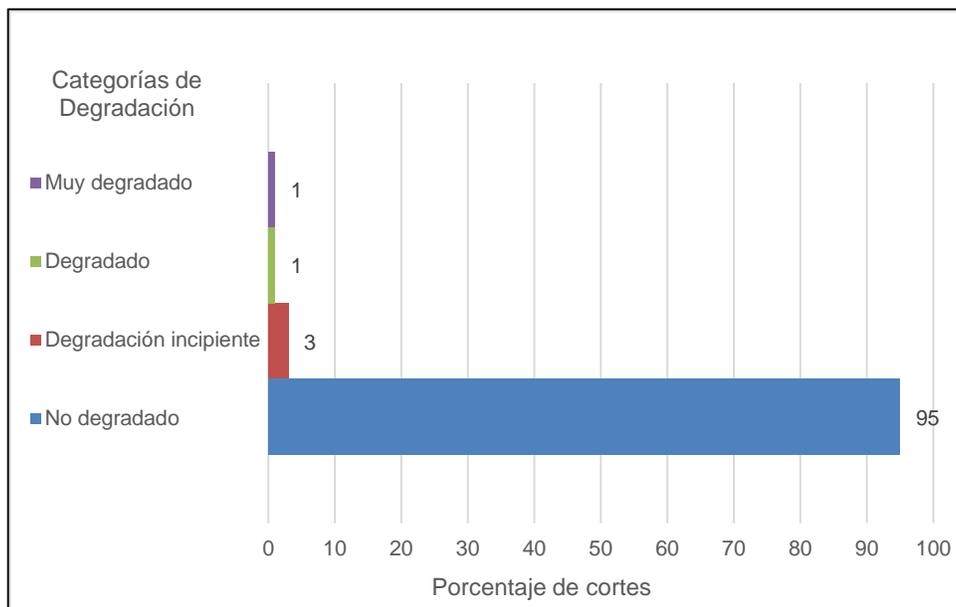


Figura 58: Distribución porcentual de las categorías de degradación presente en los cortes de poda en ejemplares de Fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

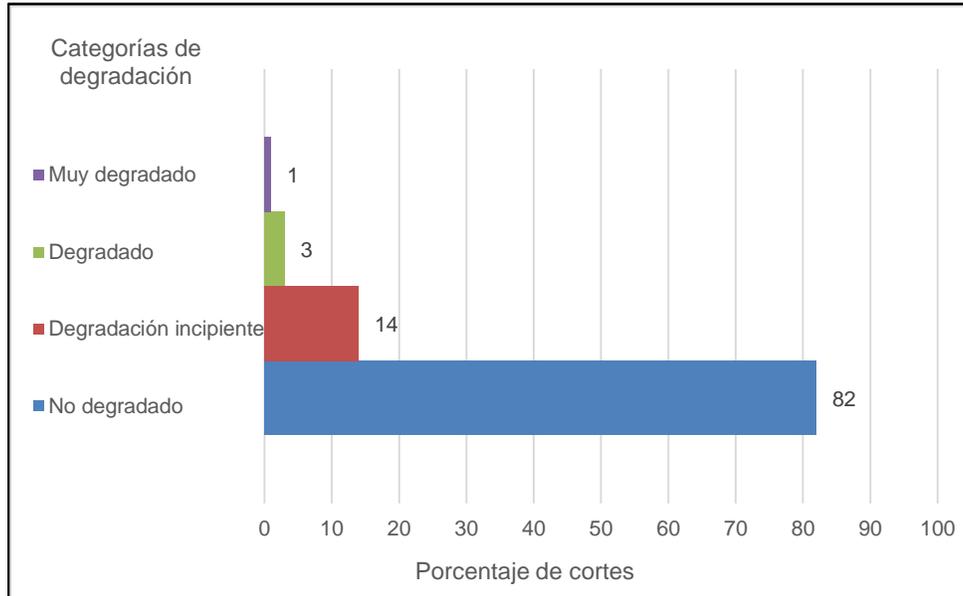


Figura 59: Distribución porcentual de las categorías de degradación presente en los cortes de poda en ejemplares de Morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

Puede verse en las Figuras 58 y 59, la relación que se establece entre los procesos de cicatrización de las heridas y el desarrollo de caries en la madera, a partir de la evaluación del estadio de degradación que presentan las lesiones.

En las distribuciones se muestra que, tanto para fresno europeo como morera, la mayor cantidad de cortes se exhiben como no degradados, mostrando el 95% y 82%, respectivamente. En morera, cortes con degradación incipiente, exponen una mayor cantidad (14%), en relación a los fresnos europeos (3%). Se observa que, los cortes degradados y muy degradados exponen una cantidad porcentual escasa.

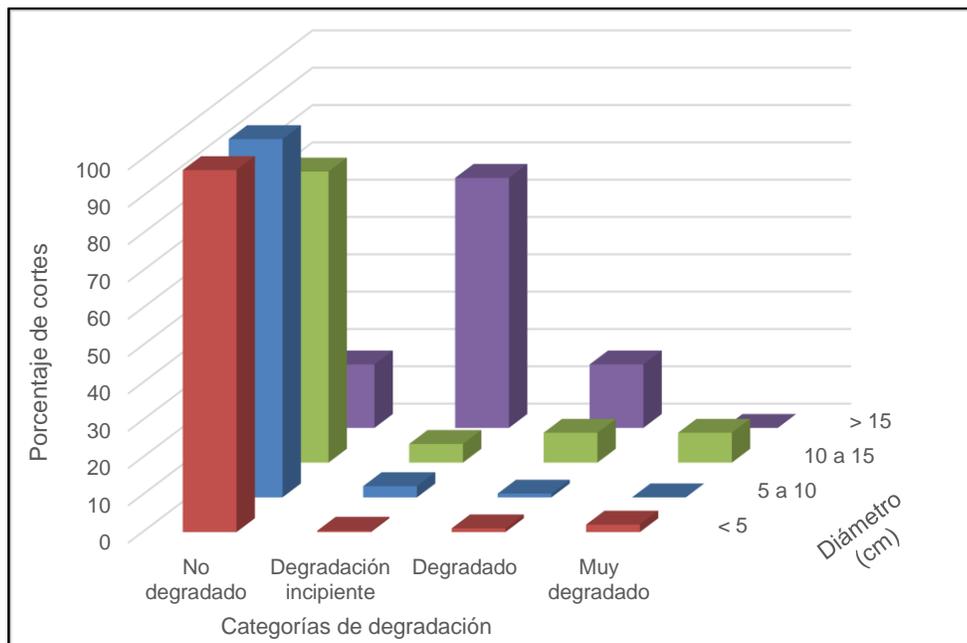


Figura 60: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En fresno europeo (Figura 60), se puede ver que los cortes de dimensiones menores a 10cm no se encuentran degradados. Se observa un leve porcentaje de cortes que varían de 5 a 15cm con degradación de madera incipiente. Los cortes mayores a 15cm, exponen un alto porcentaje con degradación incipiente, algunos degradados y otros sin degradación. En la ciudad de Tupungato, tanto fresno europeo como morera, presentan escasa evolución en el deterioro de las heridas.

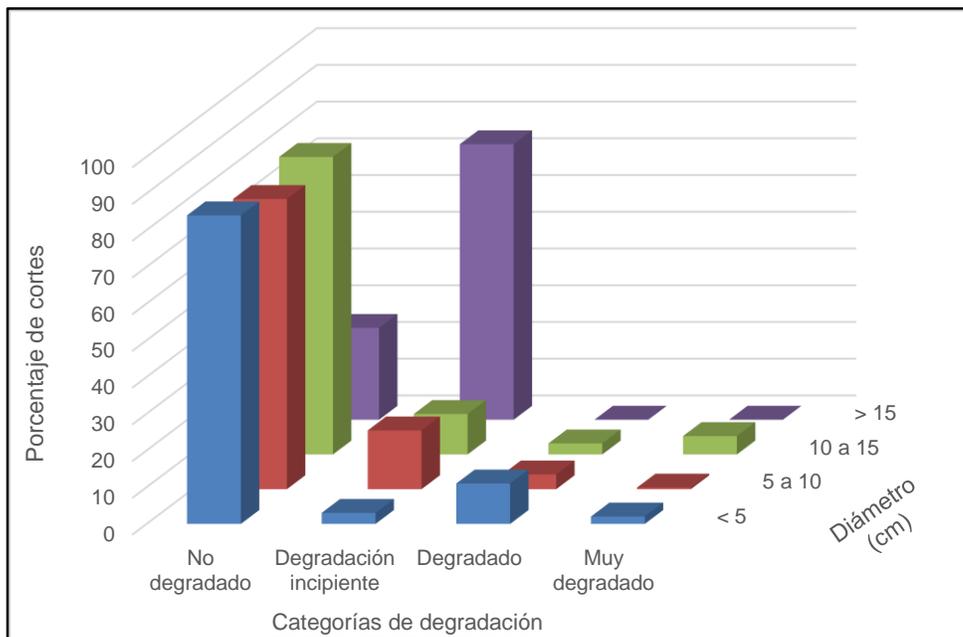


Figura 61: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda teniendo en cuenta el diámetro de las mismas en ejemplares de Morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En morera (Figura 61), se observa la relación entre los diámetros y el nivel de degradación de las heridas. En diámetros menores a 15cm existe un elevado porcentaje de cortes sin degradación, pero hay un pequeño valor porcentual de los mismos que muestra el inicio de deterioro. Las lesiones mayores a 15cm exhiben un elevado número de cortes con degradación incipiente.

En fresnos europeos como en moreras, puede verse que las heridas muestran mayor vulnerabilidad a la degradación, cuando los cortes son de dimensiones mayores a 10cm de diámetro. Sin embargo, en ejemplares de morera este proceso de deterioro comienza a verse en heridas de menor tamaño con mayor frecuencia, avanzando gradualmente en los distintos estadios de degradación (Rodríguez, 2014).

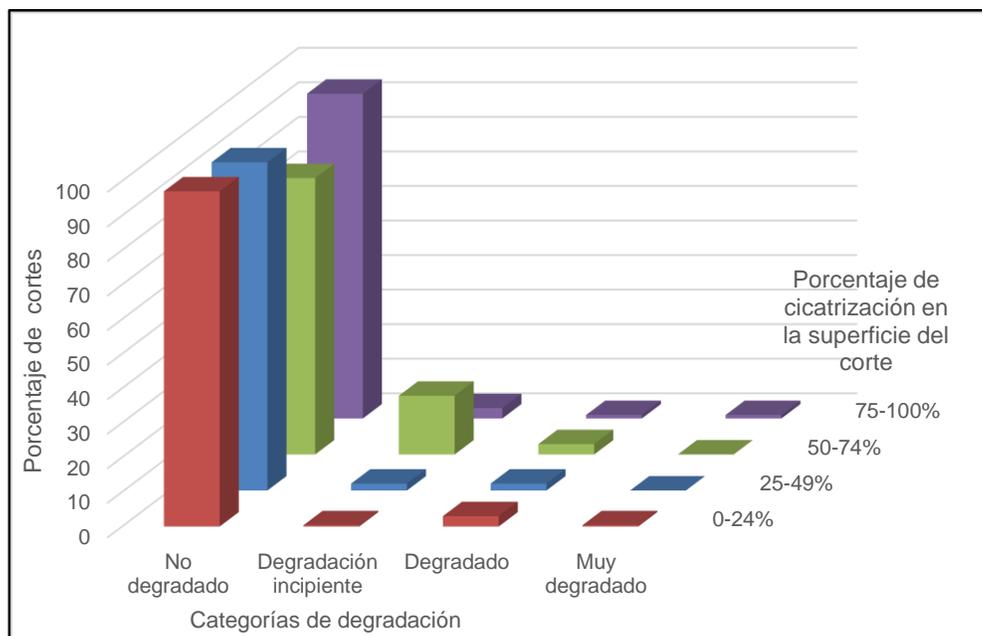


Figura 62: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando el estado de cicatrización presente en la superficie las mismas en ejemplares de Fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

Para fresno europeo (Figura 62), se muestra la relación entre cicatrización de la superficie y la degradación de las heridas. La mayoría de los cortes no degradados aparecen frecuentemente, en los distintos niveles de cicatrización superficial. Se visualiza que el rango de cicatrización 50-74% exhibe algunos cortes con degradación incipiente, recorriendo el proceso inicial de deterioro de la madera, que avanza gradualmente apareciendo en heridas que no han cicatrizado completamente.

En coincidencia con Evans and Perschel (2009), esta situación puede darse por la influencia de las características microclimáticas de la zona, ya que, las temperaturas son en general, más bajas por la cercanía a la cordillera y su ubicación en un valle. Podría revertirse con cambios en las temperaturas, reactivando los procesos biológicos y fisiológicos o incluso la disponibilidad hídrica. Como consecuencia, puede favorecer al debilitamiento de los árboles haciéndolos más vulnerables a agresiones de su entorno (Allen et al., 2009).

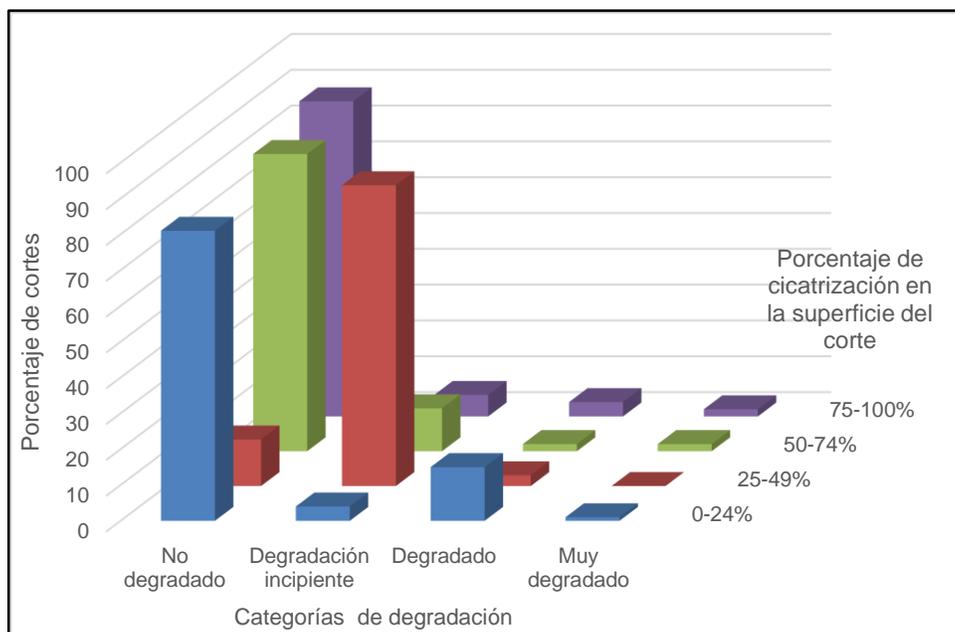


Figura 63: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando el estado de cicatrización presente en la superficie las mismas en ejemplares de Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

La Figura 63, muestra la relación entre el deterioro de los cortes y la capacidad de cicatrización. Para morera, sucede algo similar a lo manifestado en fresno, muchas lesiones no presentan degradación aunque muestren o no, cicatrización. Se observa una frecuencia muy elevada de heridas con degradación incipiente cuando la cicatrización superficial varía entre 25-49%. En las demás categorías de cicatrización, puede verse cortes con escasa frecuencia cuando el estado de degradación es incipiente, igualmente para aquellas que se hallan degradadas y muy degradadas.

Según Rodríguez (2014), el estado de degradación vinculado al desarrollo de caries en la lesiones está ligado a la capacidad de cicatrización, en ambas especies. No se ha podido confirmar esto, para los datos obtenidos del análisis. En general, las heridas se muestran sin degradación, aunque no estén cicatrizadas.

Es posible que las especies arbóreas tengan dificultades para cerrar las heridas, cuando el entorno propicia condiciones no óptimas para la actividad metabólica, prolongando el receso vegetativo (Ledezma, 2008). También puede ser la respuesta del poco avance de la degradación en la madera.

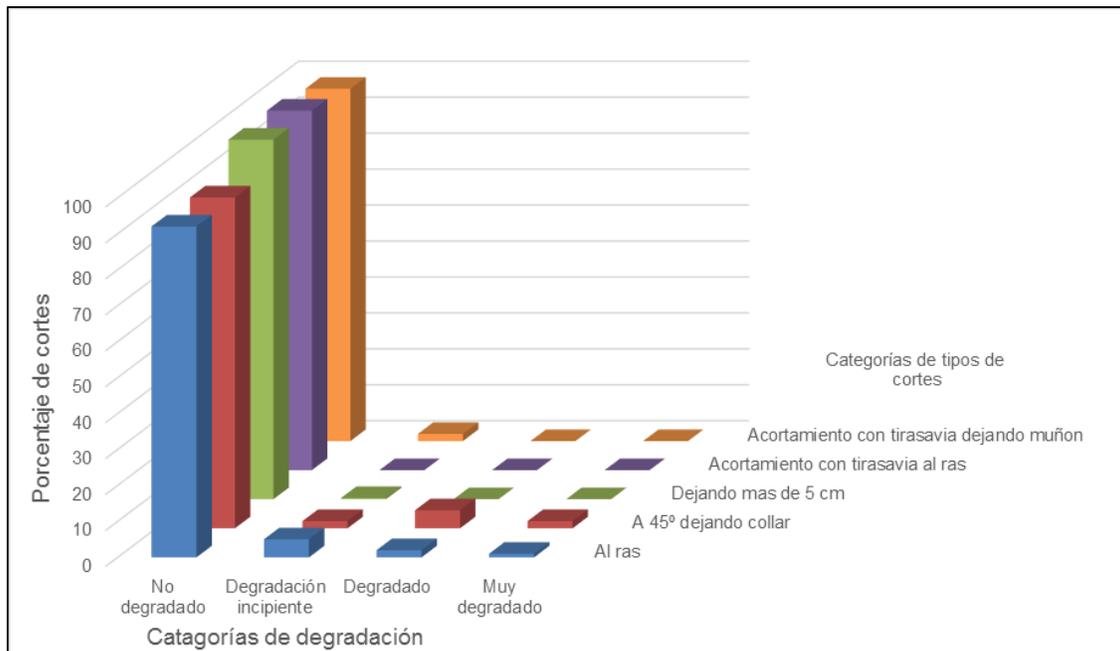


Figura 64: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando los tipos de corte efectuados en ejemplares de Fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

Para fresno europeo puede observarse (Figura 64) la relación entre la metodología de poda y el estado de deterioro. Cualquiera sea el tipo de corte ejecutado, la mayoría no expone degradación de la madera. Se visualiza que al ras hay una escasa proporción de heridas con avance de la degradación inicial. A 45° dejando collar, existe una pequeña proporción de lesiones degradadas, menos frecuente, con degradación incipiente y muy degradada.

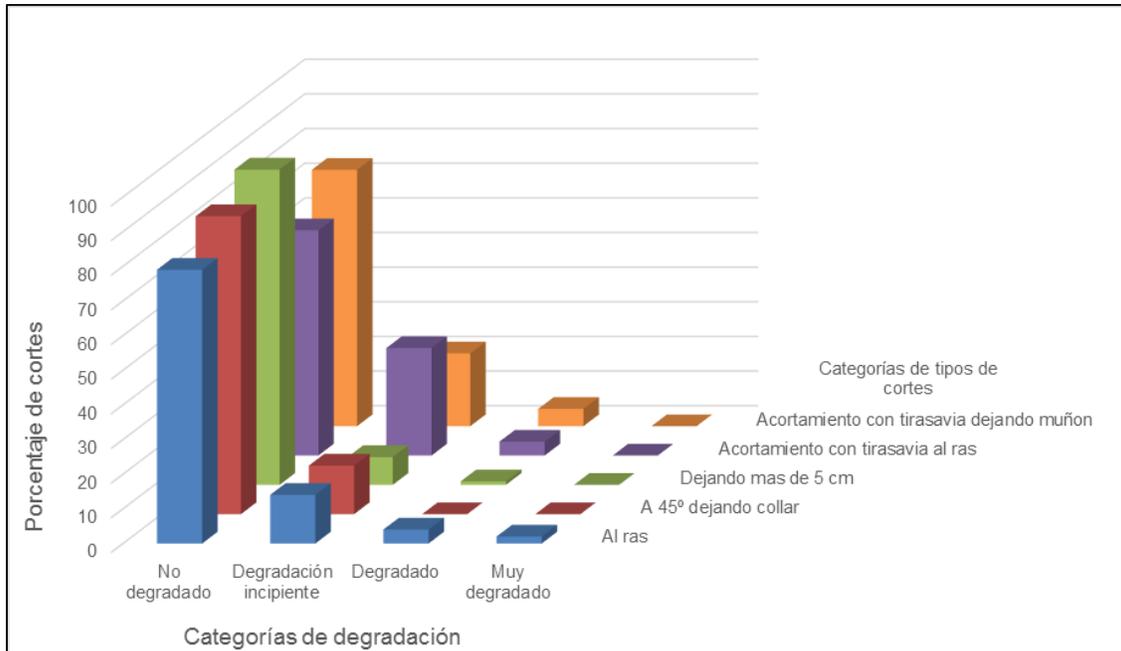


Figura 65: Distribución porcentual de la degradación observada en las heridas de poda considerando los tipos de corte efectuados en ejemplares de Morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

En la distribución porcentual de la Figura 65, se observa algo semejante a fresno, la mayoría de las tipologías de poda muestran heridas no degradadas. Es muy significativo lo observado para lesiones con degradación incipiente, se visualiza el inicio del deterioro en todos los tipos de corte, principalmente en los acortamientos con tirsavia, al ras y dejando muñón. Coincidiendo con Rodríguez (2014), los ejemplares de morera son más propensos al deterioro que fresno, cualquiera sea el tipo de intervención que se le realice.

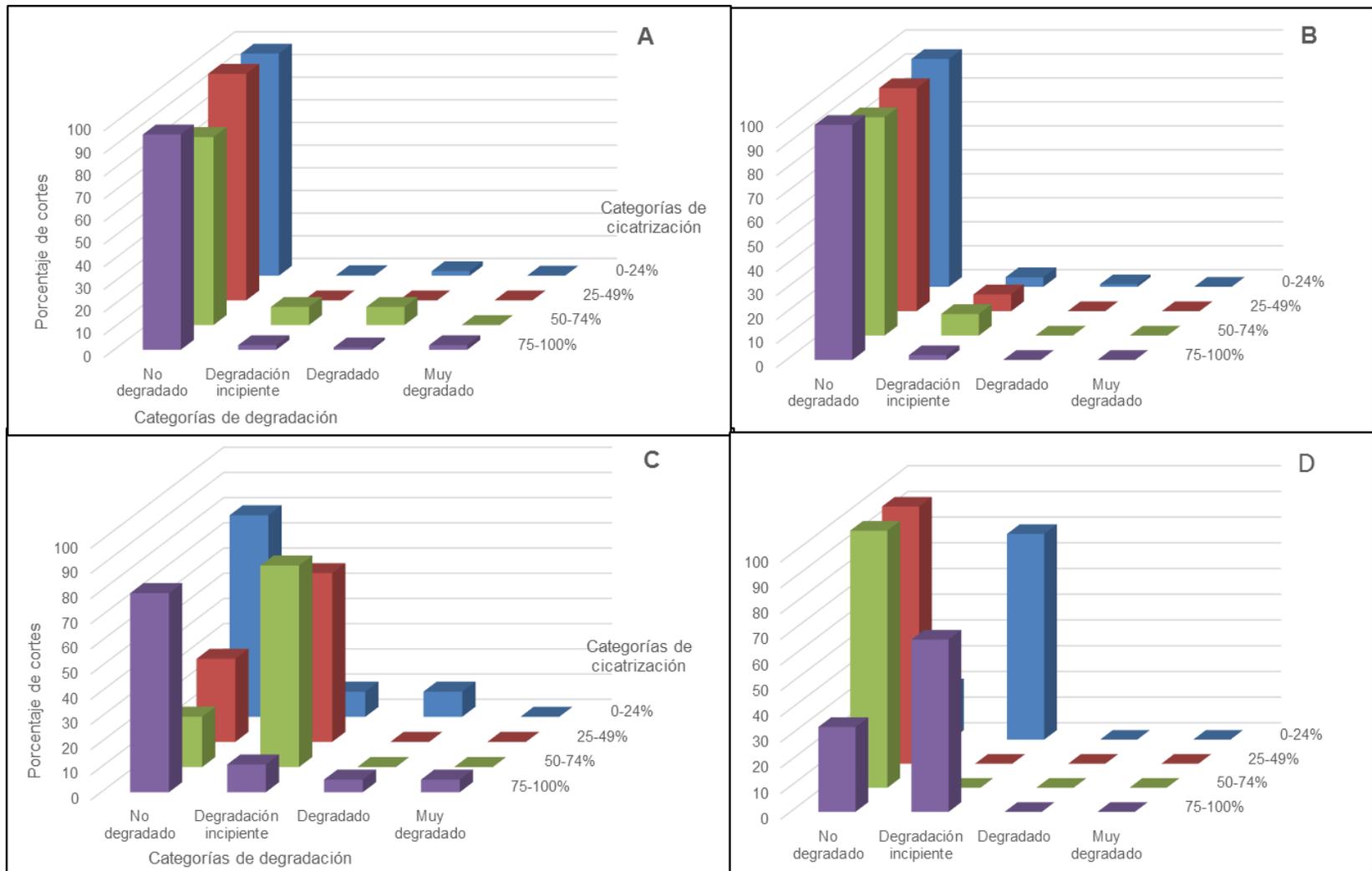


Figura 66: Distribución porcentual del estado de degradación observada en las heridas de poda considerando la cicatrización presente en la superficie de los cortes, en función de cada categoría de diámetro, en ejemplares de Fresno europeo de la ciudad de Tupungato, Mendoza. **A:** Diámetro menor a 5 cm. **B:** Entre 5 a 10 cm. **C:** Entre 10 a 15 cm. **D:** Diámetro mayor a 15 cm.

En esta representación gráfica sobre Fresno europeo (Figura 66), se muestra la relación existente entre la facultad de cicatrización en la superficie de la herida y el estado de degradación considerado para cada tipo de diámetro.

Los cortes de dimensión menor a 10 cm, en general, no se encuentran deteriorados en todas las categorías de cicatrización superficial. Pero la cicatrización de 50-74% muestra, una leve proporción de heridas con presencia de degradación incipiente y degradada.

Cuando el tamaño de la lesión varía entre 10 y 15cm, la mayoría de los cortes se observan con degradación incipiente si la cicatrización presenta valores intermedios 25-74%, es decir, que la herida no se encuentra totalmente recubierta. Además, un elevado porcentaje de cortes exponen niveles de cicatrización leves o escasos, no están degradados. Puede verse, en menor proporción, lesiones sin degradación cuando el tejido cicatrizal ha recubierto un 74% de la herida, no está completamente ocluida.

Para los cortes mayores a 15cm, se observa una gran proporción de heridas que no están ocluidas totalmente 25-74%, sin degradación. Existe un alto valor porcentual de cortes que presentan escaso o nulo recubrimiento cicatrizal, al igual que, heridas próximas a su cierre o ya ocluidas que se muestran con degradación incipiente.

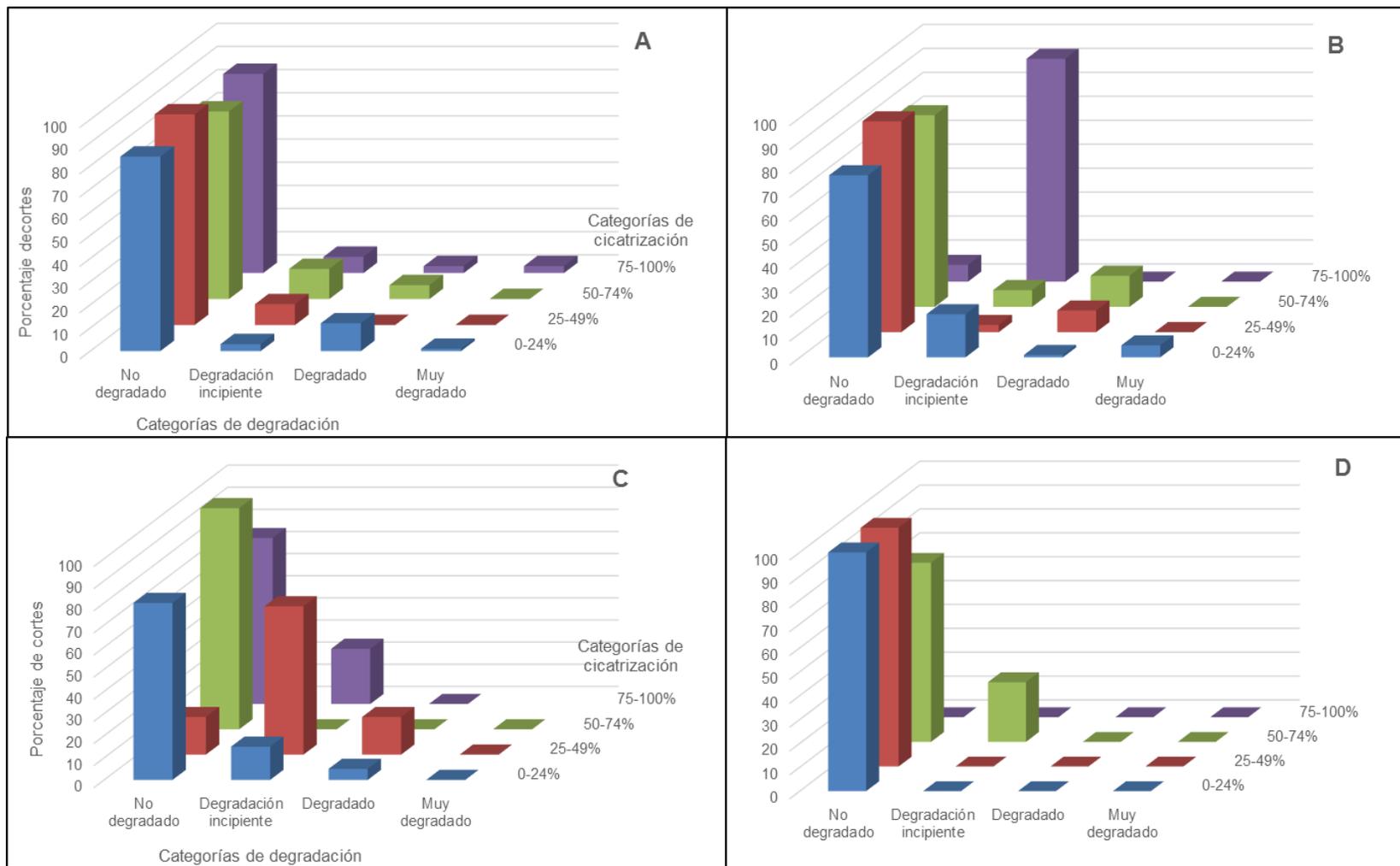


Figura 67: Distribución porcentual del estado de degradación observada en las heridas de poda considerando la cicatrización presente en la superficie de los cortes, en función de cada categoría de diámetro, en ejemplares de Morera de la ciudad de Tupungato, Mendoza. A: Diámetro menor a 5 cm. B: Entre 5 a 10 cm. C: Entre 10 a 15 cm. D: Diámetro mayor a 15 cm.

En la Figura 67 se observa la distribución porcentual que relaciona la cicatrización superficial con el nivel de degradación para los diámetros respectivos.

En cortes menores a 5cm la mayor cantidad de heridas no manifiestan degradación en todos los casos de cicatrización superficial. Pero existe una proporción pequeña de cortes con presencia de tejido cicatrizal, los cuales exhiben tanto degradación incipiente, como degradados.

Lesiones de 5 a 10cm de diámetro, se observan no degradados pero en estados de cicatrización en los que todavía no hay oclusión completa de las lesiones. Se visualiza un elevado porcentaje de heridas con una cobertura de tejido de cicatrizal de 75-100% que presentan degradación incipiente. Puede verse un valor porcentual reducido de cortes degradados, en niveles intermedios de cicatrización superficial 49-74%.

Los cortes con diámetro de 10 a 15cm, en su mayoría no se encuentran degradados, considerando que los mismos aparecen en todos los niveles de cicatrización. Para el nivel de cicatrización 25-49% se observa una proporción elevada de heridas con estado de degradación inicial.

Las heridas mayores a 15cm aparecen con frecuencia sin degradación, cuando el tejido cicatrizal recubre hasta el 74%. Sin embargo, hay una pequeña proporción de cortes con degradación incipiente cuando exhiben un nivel de cicatrización superficial que varía de 50-74%. No hay ninguna lesión completamente cerrada.

Se mencionó que fresno cicatriza más que morera. Comparando con Rodríguez (2014), la cicatrización en el lugar de estudio presenta dificultades, ya que hasta las heridas pequeñas no se muestran ocluidas. Tampoco se observa que la degradación sea inminente. Los microorganismos, aún favorecidos por la limitada cicatrización, no avanzan rápidamente sobre las lesiones.

4.6. Relación del diámetro, el porcentaje de cicatrización tanto periférica como superficial y la degradación.

A continuación se presenta una breve comparación entre las variables más representativas de este estudio. Se debe reconocer al diámetro como la variable más significativa, respecto del porcentaje de cicatrización periférica y superficial, la degradación, que dependerán de la intervención cultural que se realice.

Tabla 2: Prueba de Kruskal Wallis para evaluar si hay relación entre las variables del diámetro de los cortes de poda y el porcentaje de cicatrización tanto en la periferia como en la superficie de las heridas en Fresno europeo y Morera.

Diámetro	Cicat.%CIRC	Mediana		p-valor	Fresno	Morera
		Fresno	Morera			
menor a 5 cm	Cicat.%CIRC	1	1	0,1758	sin diferencias	
5 a 10 cm	Cicat.%CIRC	5	1	<0,0001	B	A
10 a 15 cm	Cicat.%CIRC	5	3	0,0011	B	A
mayor a 15 cm	Cicat.%CIRC	5	3	0,0085	B	A

Diámetro	Cicat.%COB	Mediana		p-valor	Fresno	Morera
		Fresno	Morera			
menor a 5 cm	Cicat.%COB	1	1	0,9661	sin diferencias	
5 a 10 cm	Cicat.%COB	1,5	1	<0,0001	B	A
10 a 15 cm	Cicat.%COB	4	1	0,0007	B	A
mayor a 15 cm	Cicat.%COB	2	1,5	0,4245	sin diferencias	

Las pruebas estadísticas muestran que, en cortes de dimensiones menores a 5cm tanto el porcentaje de cicatrización en la circunferencia y sobre la superficie de los mismos, no presentan diferencias significativas. Si el tamaño del corte es demasiado pequeño, no existe relación entre estas variables (Tabla 2). Hay diferencias significativas en fresno europeo y morera, cuando los cortes efectuados presentan dimensiones mayores a 5cm, siendo fresno quien expone mayor porcentaje de cicatrización en el contorno de la herida.

Respecto de la cicatrización superficial, si el diámetro es de 5 a 15cm, puede observarse diferencias significativas. Ejemplares de fresno europeo presentan mayor capacidad de cicatrización que moreras.

En cuanto a los cortes mayores a 15cm, se observan diferencias significativas en lo que respecta a la cicatrización en la circunferencia, siempre fresno cicatriza más que morera. Pero la cicatrización que cubre la herida de poda, no remite diferencias en ambas especies.

En coincidencia con Ledesma (2008) y Rodríguez (2014), si la intervención de poda es correcta y eficiente, se promueve un adecuado proceso de cicatrización y se evita el inicio del deterioro de la madera. En cambio, si el procedimiento es inapropiado, por ejemplo, cortes de grandes dimensiones, se dificulta la oclusión de

las heridas. Esta situación estimula el ingreso de agentes fúngicos en las heridas de poda, iniciando la degradación.

Tabla 3: Prueba de Kruskal Wallis para evaluar si hay relación entre las variables del diámetro de los cortes de poda y el estado de degradación de las heridas en Fresno europeo y Morera.

Diámetro	Degradación	Mediana		p-valor	Fresno	Morera
		Fresno	Morera			
menor a 5 cm	Degradación	1	1	<0,0001	A	B
5 a 10 cm	Degradación	1	1	<0,0001	A	B
10 a 15 cm	Degradación	1	1	0,7057	sin diferencias	
mayor a 15 cm	Degradación	1	1	0,5147	sin diferencias	

Las pruebas estadísticas permiten corroborar (Tabla 3) que, para cortes menores a 10cm existen diferencias significativas en ambas especies. Siendo morera la especie que presenta mayor número de cortes con algún estado de degradación. Sin embargo, cuando los cortes son mayores a 10cm no se observan diferencias significativas.

Como ya mencionó Rodríguez (2014), es necesario que el proceso de cicatrización sea rápido y absoluto para eludir cualquier tipo de infección y posteriormente la pudrición interna. Es primordial el estado saludable del cambium en la herida de poda, para que esté activo y asegure el desarrollo de tejido cicatrizal, que permitirá ocluir la herida. Esto se consigue efectuando podas apropiadas. Hay que tener en cuenta que, el recubrimiento de una herida no significa que el ejemplar arbóreo está sano, puede que el tejido ocluido haya sido afectado por patógenos, cuya acción continuará en el árbol sin observación directa.

Es importante reconocer que los factores climáticos de la zona como temperatura, altitud, precipitación, períodos de heladas, intervienen sobre la actividad fisiológica de las plantas. Tanto en fresno europeo como en morera, puede que la temperatura sea una limitante para alcanzar el ritmo óptimo de crecimiento. Se detiene la actividad vegetativa, retardando la producción de tejido cicatrizal. Por ello, muchas de las heridas de poda de pequeñas dimensiones están sin cerrarse.

Asimismo podrían influir sobre la actividad microbiológica, afectando los diversos estadios de degradación en las lesiones de poda (Coello, et. al, 2013; S.T.D.F., 2013). Las bajas temperaturas, moderan la acción microbiana sobre las

lesiones, por lo que se observa muchos cortes de poda, de diversas dimensiones sin deterioro.

Algo similar podría suceder con el recurso hídrico disponible, ya que en ambas especies el aporte hídrico es muy inferior al óptimo requerido por estos ejemplares, dificultando la actividad en los periodos de crecimiento.

4.7. Microorganismos hallados en las lesiones de poda con diferente nivel de degradación.

En el laboratorio de Fitopatología, se realizaron aislamientos de madera en distintos niveles de degradación. Luego se realizó la identificación de los microorganismos desarrollados.

Los principales responsables del deterioro de la madera son los hongos que la degradan, su presencia podría ser utilizada como indicadora del estado sanitario de los ejemplares del arbolado urbano.

Las distintas especies de hongos poseen diferentes complejos de enzimas capaces de degradar diferentes condiciones de la madera, algunas pueden degradar ciertos árboles mientras que otras lo harán en especies arbóreas distintas. Por sus capacidades degradativas y afinidad por ciertos tipos de sustratos, se pueden clasificar en diferentes grupos funcionales, como saprófitos: aquellos que degradan la madera muerta, que ha sido parcialmente degradada por otros hongos o bacterias. Algunos prefieren ramas delgadas, otros eligen sustratos leñosos de gran tamaño, como troncos en pie o caídos, ramas de dimensiones considerables. Por otra parte, parásitos capaces de degradar tejidos vivos o la madera de árboles vivos, suelen ser los principales responsables del deterioro fitosanitario de los árboles. Estas características permiten comprender, porque los hongos son capaces de degradar la madera.

Existen diversos agentes microbiológicos pertenecientes al reino de los hongos que degradan la madera, fundamentalmente la División Ascomycota y Basidiomycota. Los grupos principales de hongos degradadores de madera se encuentran en el grupo de las Basidiomycota (Urcelay *et al.*, 2012).

A continuación se exponen tablas con los microorganismos aislados en este estudio para fresno europeo y morera (Tabla 4 y 5).

Tabla 4: Identificación de microorganismos presentes en lesiones de poda con distinto nivel de degradación, en ejemplares de fresno europeo en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

Niveles de degradación (<i>Fresno europeo</i>)				
Género Identificado	No degradado	Degradación incipiente	Degradado	Muy degradado
<i>Amblyosporim</i>	x			
<i>Alternaria</i>	x	x	x	x
<i>Aspergillus</i>	x	x		
<i>Basidiomicetes</i>	x	x	x	x
<i>Basipetospora</i>	x			
<i>Cytosporina</i>	x			
<i>Dreshlera</i>	x	x		
<i>Epicoccum</i>	x			
<i>Epidochium</i>	x			
<i>Fusarium</i>	x	x	x	
<i>Helicocephalm</i>	x			
<i>Paecilomyces</i>	x			
<i>Penicillium</i>	x			
<i>Peyronellaea</i>	x	x	x	x
<i>Phoma</i>	x	x	x	x
<i>Scytalidium</i>	x			
<i>Ulocladium</i>	x			

En la Tabla 4, para fresno europeo, puede observarse que, los géneros como *Alternaria*, *Peyronellaea* y *Phoma* fueron hallados en todos los estadios de degradación de la madera. También los hongos pertenecientes a la Subdivisión Basidiomicetes fueron encontrados en todos los estadios de degradación. Los

microorganismos del género *Alternaria* son muy ubicuarios, son patógenos de vegetales, encontrándolos principalmente en el suelo y también en materia orgánica en descomposición (madera, frutas, cereales, hortalizas).

En los procesos de deterioro son considerados pioneros, también se observa en estadios más avanzados como microorganismo saprófito. En cuanto a *Phoma* y *Peyronellaea*, algunos micólogos consideran que son microorganismos muy similares, por su actividad pionera sobre madera, por sus características parásitas sobre varias partes de plantas y por sus características saprofitas (Barnett and Hunter, 1998; Mulas, 1998). Los basidiomicetes se caracterizan por ser agentes fúngicos pioneros en la degradación de la madera, sin embargo, se observaron en todos los niveles de degradación (Rodríguez, 2014).

El género *Fusarium*, se lo observa en la madera no degradada, en la de degradación inicial y degradada, esto se debe a que es un hongo que puede ejercer su rol como parásito con habilidades pioneras, o saprófito sobre madera en descomposición (Barnett and Hunter, 1998). En el caso de los géneros *Aspergillus* y *Drehslera* se los encontró en madera no degradada y con degradación incipiente, ambos géneros pueden intervenir como hongos pioneros en la degradación de la madera. *Amblyosporium*, *Basipetospora* y *Cytosporina* tiene acción saprófita.

Epicoccum generalmente aparece como saprófito en madera deteriorada, pero algunas veces se lo ha encontrado como parásito en material arbóreo fresco (Barnett y Hunter, 1998), *Epidochium* es un género que afecta diversas estructuras arbóreas pudiendo aquejar ramas de diámetro menor a 10cm en la zona de inserción de las ramificaciones o en cicatrices de poda (Goidànich *et al.*, 1994). *Helicocephalum* es un microorganismo saprófito de madera en descomposición, *Paecilomyces* también es un microorganismo saprófito, *Penicillium* tiene habilidades pioneras y saprofitas. *Scytalidium*, provoca canchros en ramas primarias y secundarias de ejemplares forestales urbanos en zonas desérticas, puede conducir a la muerte, los árboles afectados (M.E.A Abo Rehab *et al.*, 2014). *Ulocladium*, es un microorganismo saprófito, encontrado en madera sin degradación. En el caso de *Amblyosporium* siendo un hongo saprófito, aparece en las heridas sin degradación.

Como consecuencia de la aparición de microorganismos en heridas no degradadas, posiblemente en las próximas temporadas comience el deterioro en dicha madera, hasta el momento no se notan daños perceptibles (Barnett y Hunter, 1998).

Tabla 5: Identificación de microorganismos presentes en lesiones de poda con distinto nivel de degradación, en ejemplares de morera en la ciudad de Tupungato, Mendoza.

Niveles de degradación (Morera)				
Género Identificado	No degradado	Degradación incipiente	Degradado	Muy degradado
<i>Alternaria</i>	x	x	x	x
<i>Basidiomicetes</i>	x			
<i>Botryodiplodia</i>	x	x	x	
<i>Cladosporium</i>	x	x	x	
<i>Cytosporina</i>	x	x	x	
<i>Diplococcium</i>	x			
<i>Fusarium</i>	x	x		
<i>Gloesosporium</i>	x			
<i>Paecilomyces</i>	x			
<i>Penicillium</i>	x	x		
<i>Peyronellaea</i>	x			
<i>Phialophora</i>	x			
<i>Phoma</i>	x	x	x	x
<i>Sphaerosporium</i>	x			
<i>Torula</i>	x			
<i>Verticillium</i>	x			

Como se muestra en la Tabla 5, para la especie *Morus alba* 'morera' nuevamente se observa la presencia de agentes fúngicos como *Alternaria* y *Phoma*, patógenos y/o saprofitos presentes en diferente tipo de material vegetal. Aparecen en todos los niveles de degradación. Se hallaron otros géneros como *Botryodiplodia*, microorganismo de comportamiento parásito o saprófito en ramas de ejemplares arbóreos, *Cladosporium* expresa el mismo proceder mencionado anteriormente, sin embargo, no se encuentra solo en ramas sino que también procede en material herbáceo. Por último, se registró a *Cytosporina*, que es un hongo que degrada la madera, considerado como saprófito en la corteza de los árboles (Barnett y Hunter, 1998). Estos agentes microbianos se observaron en heridas sin degradación, con degradación incipiente y en madera degradada.

A continuación se exponen los microorganismos identificados en heridas sin degradación. De igual forma que para fresno europeo, se visualizó a *Penicillium* y *Fusarium*, hongos que pueden ejercer su acción como parásitos o saprofitos, y se reconocieron en heridas no degradadas, también en lesiones con degradación inicial. Aparecieron otros microorganismos que pueden degradar la madera de árboles vivos denominados Basidiomicetes, *Gloesosporium*, que también se manifiesta como parásito.

Otros hongos que se definen como degradadores de madera son *Diplococcium*, saprófito en madera o corteza. *Paecilomyces* y *Torula* denominados saprofitos. Por otra parte, se presentaron en los aislados *Peyronellaea*, *Verticillium*, siendo estos hongos parásitos o saprofitos, dependiendo del material vegetal en el que se encuentren. Clubbe (1980) encontró que, en la colonización de heridas, cuando se establece la sucesión de hongos pioneros, de pudrición blanda aparece *Phialophora* spp. Por último se identificó a *Sphaerosporium*, considerado como saprófito en material fresco o en madera decaída (Barnett y Hunter, 1998).

En coincidencia con algunos autores, los microorganismos encontrados pueden variar en especie según el estado de degradación de la herida, esto demuestra la diversidad en la composición de las comunidades que siguen un proceso de sucesión conforme avanza la degradación de la madera. Anselmi y Govi (1996) proponen, la idea de que la superación de las diversas barreras de defensa activas y pasivas puestas en funcionamiento por la planta, parecen generarse por la acción de un grupo de microorganismos que trabajan en sucesión, tanto en el espacio como en el tiempo.

Para morera los hongos de la división Basidiomycota, agentes de caries, se desarrollaron en heridas no degradadas, mientras que en fresno europeo lo hicieron en todos los niveles de degradación, desde lesiones no degradadas, con degradación incipiente, heridas degradadas y muy degradadas. Respecto a este punto, algunos autores sostienen que los agentes de caries sólo se desarrollan luego de la acción de otros microorganismos pioneros capaces de superar las defensas de la planta, lo cual da sentido a la presencia de Basidiomycetes solamente en las heridas degradadas y muy degradadas de fresno europeo.

Mientras que otros autores proponen que los agentes de caries se encuentran junto con las bacterias y hongos pioneros en los primeros estadios de la degradación, participando o no de la ruptura de las defensas de la planta (Anselmi y Govi, 1996), argumento que explica la presencia de Basidiomycetes en las heridas no degradadas de morera. Así como sucede en fresno europeo, que se encontraron agentes de carie en estadios iniciales del deterioro (Rodríguez, 2014).

A continuación se exhiben fotografías de algunos de los agentes fúngicos encontrados en este estudio:



Figura 68: Colonia de aislado y conidióforos (40x1,6) identificado como *Alternaria* sp.

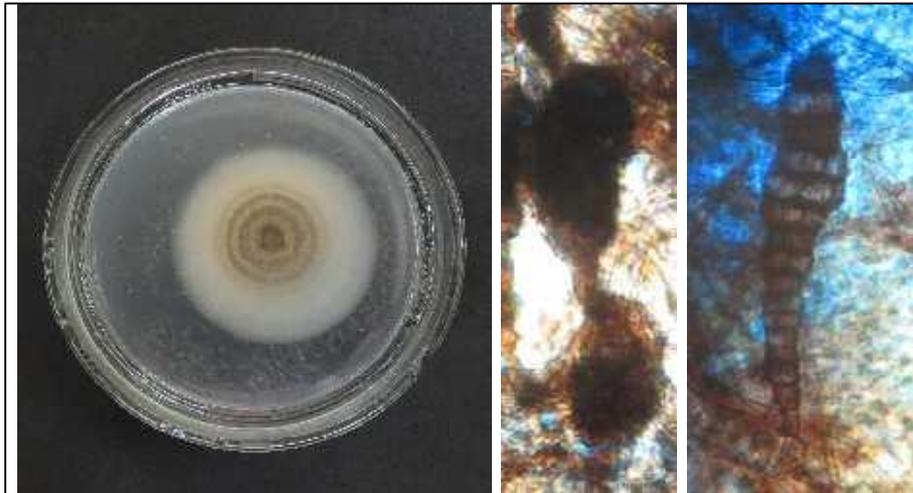


Figura 69: Colonia de aislado, picnidios (40x) y clamidosporas (40x1,6) identificado como *Peyronellaea sp.*



Figura 70: Colonia de aislado, picnidio (40x) y conidios (40x1,6) identificado como *Phoma sp.*

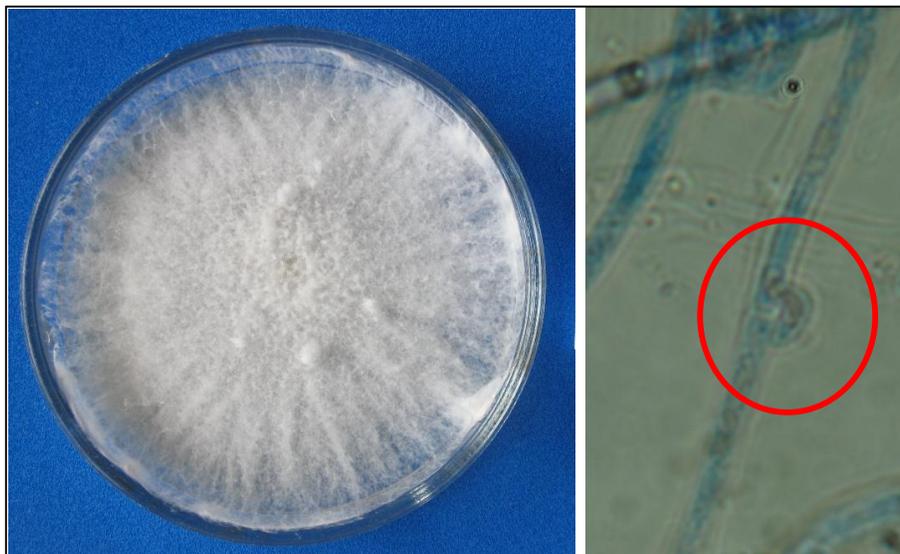


Figura 71: Colonia y uniones en hebilla (40x1,6) del aislado identificado como *Basidiomycetes*.

5. CONCLUSIONES

En el contexto de este análisis y considerando los resultados obtenidos se concluye que, la metodología de poda utilizada en la ciudad de Tupungato no es la más adecuada, con frecuencia se realizan cortes al ras de la rama y dejando muñón, ambas prácticas inapropiadas. Las técnicas más apropiadas de poda que se sugieren en este tipo de intervención son acortamientos con tirasavia al ras y a 45° dejando collar, ya que permiten las podas de rebaje y la remoción de ramas respectivamente, en ejemplares que se encuentran ubicados en centros urbanos.

En fresno europeo, la mayoría de las heridas se han ejecutado de forma limpia y con diámetros menores a 10cm. A diferencia de morera, que presenta frecuentemente cortes desgarrados. Rescatando que, al igual que fresno, los cortes son de pequeñas dimensiones. El número de cortes realizados en ambas especies es muy acotado. Destacando que en la zona no se realizan podas exageradas, esto favorece la longevidad del árbol.

En función del desarrollo vegetativo de los individuos, se debe tener en cuenta que, la dimensión de los cortes de poda es fundamental para efectuar de manera apropiada las intervenciones en las distintas etapas de crecimiento. En las primeras instancias de crecimiento se debe interceder con las podas de formación, de esta manera, ejecutar cortes de diámetro menor a 5cm que contribuyen a una rápida cicatrización. De lo contrario, cuando se podan ramas de grandes dimensiones en árboles adultos, se obstruye la ligera oclusión de las heridas generadas. Este último, debería darse en ocasiones excepcionales de poda.

Los ejemplares de fresno europeo poseen mayor capacidad de cicatrización que morera. Se advierte que hay dificultades para la cicatrización. Algunas heridas han logrado cicatrizar, como resultado de la utilización de las reservas que contienen en sus estructuras, esto origina un debilitamiento progresivo de los ejemplares arbóreos. En años posteriores puede afectar la capacidad de cicatrización, limitando la oclusión en heridas de cualquier tamaño.

Cuando las lesiones de poda no han alcanzado a cicatrizar de manera adecuada, es posible observar sus tejidos degradados en diversos estados del deterioro. Tanto fresno como morera, presentan escasa evolución en el deterioro de

las heridas. Los microorganismos, aun favorecidos por la limitada cicatrización, no avanzan rápidamente sobre las lesiones.

Posiblemente, la temperatura sea una limitante para alcanzar el ritmo óptimo de crecimiento de las especies. Se detiene la actividad vegetativa, retardando la producción de tejido cicatrizal. Por ello, muchas de las heridas de pequeñas dimensiones están sin cerrarse. Al igual que, en la actividad microbiológica, afectando los diversos estadios de degradación. Las características microclimáticas de la zona pueden intervenir en este tipo de evaluación, se debería estudiar sus efectos, siendo oportuno para una nueva investigación.

En lesiones que no han alcanzado a cicatrizar de manera adecuada, es posible observar tejidos degradados, debido al desarrollo de caries de la madera. Estas se originan por la acción de microorganismos que actúan en sucesión tanto en el espacio como en el tiempo. En este estudio, pudo verse una gran diversidad microbiológica, entre ellos la presencia de *Basidiomicetes* fundamentalmente, en estadios tempranos de la degradación, como así también *Alternaria*, *Phoma*, *Peyronellaea*, entre otros. Muchos de los agentes fúngicos que se aislaron actúan en distintos estadios, dependiendo de sus habilidades, saprófitas o parásitas, encontrándose en lesiones con distintos niveles de degradación. Como consecuencia de la aparición de microorganismos en heridas no degradadas, es posible que, en las próximas temporadas comience el deterioro en dicha madera, hasta el momento no se notan daños perceptibles.

La premisa fundamental es efectuar intervenciones de manera correcta, evitando podas excesivas, mal realizadas y/o fuera de tiempo que puedan producir debilitamiento de los ejemplares.

El arbolado urbano desempeña un rol muy significativo para la sociedad tupungatina. Su contribución es importante en varios aspectos paisajísticos, culturales, y ambientales. Influye notoriamente sobre las condiciones de hábitat en la cual estamos insertos, mejorando la calidad de vida. En los últimos años las políticas públicas han relegado el manejo del arbolado. Destacando en este trabajo la poda, siendo, sólo uno de los aspectos a rever y fiscalizar para reconocer las falencias que han colocado a este recurso en una situación vulnerable. Se necesita que, tanto funcionarios públicos municipales, como cualquier ciudadano se involucre responsablemente en pro de conservar este recurso forestal y mejorar su funcionalidad, para ser aprovechados en un futuro próximo.

6. BIBLIOGRAFIA

- Allen, C.D.; Macalady, A.K.; Chenchouni, H.; Bachelet, D.; McDowell, N.; Vennetier, M.; Kitzberger, T.; Rigling, A.; Breshears, D.D.; Hogg, E.H.; Gonzalez, P.; Fensham, R.; Zhang, Z.; Castro, J.; Demidova, N.; Lim, J.H.; Allard, G.; Running, S.W.; Semerci, A.; Cobb, N. 2009. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*. G Model FORECO-11841; 25 págs.
- Anselmi, N.; Govi, G. 1996. *Patologia del legno*. Edagricole. Bologna. 397 págs.
- Barnett H. L.; Hunter B.B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Fourth Edition. APS Press. The American Phytopathological Society. 217 págs.
- Bedker, P.J.; O'Brien, J. G.; Mielke, M. E. 2013. *Cómo podar árboles*. USDA Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry. NA-FR-02-04. [En línea]: http://www.na.fs.fed.us/pubs/howtos/ht_pruneespanol04/como_podar_arboles.pdf Consulta: marzo, 2015.
- Caretta, A.; Ortega A.; Ortíz Maldonado A. 2004. Probabilidades del daño por viento zonda en la floración de frutales, vid y olivos. Mendoza, Argentina. *Rev. Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo*. Tomo XXXVI. N° 2. 49-58. 10 págs.
- Carrieri, S. 2005. *La problemática del arbolado urbano en Mendoza*. Cátedra de Espacios Verdes. Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo. 9 págs.
- Ciudad de Mendoza, 2016. *La ciudad. Clima*. [En línea]: <http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/la-ciudad/clima> Consulta: marzo, 2016.
- Coello, J., Becquey J., Gonin, P., Ortisset, J. P., Desombre, V., Baiges, T., Piqué M., 2013. *El fresno (*Fraxinus excelsior* y *F. angustifolia*) para madera de calidad*. Frondosas productoras de madera de calidad: ecología y selvicultura de especies para el ámbito pirenaico y regiones limítrofes. Publicación realizada en el marco del proyecto transfronterizo POCTEFA. 93/08 Pirinoble. *Invirtiendo en nuestro futuro 2007-2013*. [En línea]: <http://www.pirinoble.eu/docs/Ficha%20Fresno.pdf> Consulta: marzo, 2016.
- Clubbe, C.P. 1980. *The colonization and succession of fungi in wood*. Document No. IRG/WP 1107. International Research Group on Wood Protection. Stockholm, Sweden. 9 págs.

- Eccher, T. 1996. La spirale del deperimento: considerazioni introduttive. *Acer* 2. Pág: a4-a6.
- Elmida, C.; Martinez Carretero E. 2012. Evaluación de cicatrización en cortes de poda en *Morus alba* L. (Moraceae) en el área urbana de Mendoza, Argentina. Dirección de arbolado público, Municipalidad de Luján de Cuyo, Mendoza. Geobotánica y Fitogeografía. IADIZA-CONICET.
- Evans, A.; Perschel R. 2009. A review of forestry mitigation and adaptation strategies in the Northeast U.S. *Climatic Change* 96 DOI 10.1007/s10584-009-9569-3. Springer Science + Business Media B.V. 167–183 págs.
- Gallegos Céspedes, L. 2005. Descripción y Manejo de Plagas y Enfermedades en el arbolado urbano de la Comuna de la Reina. Santiago, Chile. [En línea]: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2005/gallegos_l/sources/gallegos_l.pdf Consulta: junio, 2015.
- Goidànich, G.; Casarini, B.; Ercolani, G.L.; Foschi, G.; Govi, A; Kovács, G.; Pratella, C. 1994. Manual de patología vegetal. Italia, Bologna. Edagricole, Edizioni Agricole. Vol. Secondo. 1197-1198 págs.
- Ledesma, M. 2008. Arbolado público: Conceptos. Manejo. Ediciones INTA. Córdoba. Argentina. 75 págs.
- Lell, J. 2006. Arbolado urbano: implantación y cuidados de árboles para veredas. Orientación gráfica editora. Primera edición. Buenos Aires. Argentina. 208 págs.
- Lucero, G.; Pizzuolo, P.; Hapon, M. V.; Ortega, A. 2010. Influencia de factores de origen antrópico en el decaimiento del arbolado urbano. 2° Jornadas Regionales de Ecología Urbana- Verde Urbano. Mendoza 13 y 14 de setiembre de 2010.
- Martinez, C. F.; Cavagnaro, J.; Roig Juñent, F.; Cantón, M. 2013. Déficit hídrico y crecimiento de árboles jóvenes del bosque urbano de Mendoza. Respuesta al déficit hídrico en el crecimiento de forestales del bosque urbano de Mendoza. Análisis comparativo en árboles jóvenes. *Rev. Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo*. 45(2): 47-64 págs. ISSN 0370-4661.
- M.E.A. Abo Rehab; M.F. Rashed; M.I. Ammar; S.A. E.L-Morsy, 2014. Dieback and Sooty of Ficus Trees in Egypt and its Control. Plant Pathology Research Institute, Agriculture Research Center, Giza, Egypt. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 17 (3): 364-371 págs. ISSN 1028-8880.

- Montaña, E.; Fernández, D. 2010. Evaluación de los aspectos ambientales y territoriales. Déficit de la información. Cátedra de Economía Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo. 35 págs.
- Mulas, F. 1998. Ricerche sull'influenza dell'epoca e delle tecniche di potatura sullo sviluppo di procesi carigeni negli alberi ornamentali. Tesi di Laurea in Patologia Vegetale Forestales. Dipartimento di Protezione delle Piante Sezione di Patologia Vegetale. Universita' degli studi della Tuscia. Facolta' di Agraria. 100 págs.
- Municipalidad de Tupungato, 2016. Turismo. Datos Generales. [En línea]: <http://tupungato.gob.ar/turismo/datos-generales/> Consulta: marzo, 2016.
- Pérez, F. 2013. Capacitación en poda y conducción de árboles para uso urbano. Programa de Arbolado Público Provincial. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires.
- Rivas Torres, D.; Prieto Espejo, A. 2010. Desafíos en la poda de árboles urbanos México ArbolAMA. N° 3. [En línea]: <http://www.arboricultura.org.mx/wp-content/uploads/2013/01/desafios-en-la-poda-de-arboles-urbanos-en-mexico-dr.-daniel-rivas-torres-ing.-aida-victoria-prieto-espejo1.pdf> Consulta: marzo, 2015.
- Rodríguez, P. 2014. Evaluación de cortes de poda sobre Moreras y Fresno europeo en Dorrego, Guaymallén, Mendoza. 82 págs.
- S.D.A., 2010. Secretaría Distrital de Ambiente (S.D.A.). Arbolado urbano de Bogotá. Identificación, descripción y bases para su manejo. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Colombia. ISBN No. 978-958-9387-60-3. Primera edición. [En línea]: <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/126778/Arbolado1.pdf> Consulta: junio, 2015.
- S.T.D.F., 2013. Sistema de Toma de Decisión para la selección de especies Forrajeras (S.T.D.F.). *Morus alba*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Sistema de toma de decisión para la selección de especies forrajeras. Universidad Nacional de Colombia. [En línea]: http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_9.pdf Consulta: marzo, 2016.
- S.M.A.M., 2008. Secretaria del Medio Ambiente, México. Manual técnico de poda. Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental Dirección de

- Reforestación Urbana Parques y Ciclovías. [En línea]: <http://www.arboricultura.org.mx/wp-content/uploads/2013/01/manual-tecnico-de-poda-nadf-001-rnat-2006-2008.pdf> Consulta: mayo, 2015.
- Tovar Corzo, G. 2007. Manejo del arbolado urbano en Bogotá. Colombia. Revista Territorios 16-17. págs. 149-174. [En línea]: <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/viewFile/850/769> Consulta: marzo, 2015.
- Tovar Corzo, G. 2013. Aproximación a la silvicultura urbana en Colombia. Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 22, núm. 1. 119-136 págs. Universidad Nacional de Colombia. [En línea]: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74829048012> Consulta: julio, 2015.
- Urcelay, C.; Robledo, G.; Heredia, F.; Morera, G.; García Montaña F. 2012. Hongos de la madera en el arbolado urbano de Córdoba. Argentina. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. ISBN: 978-987-28741-0-0. Primera edición, 104 págs. [En línea]: <http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/divveg1/lab%20micologia/libro%20hongos%20urbanos.pdf> Consulta: julio, 2015.