

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



TESIS DE GRADO

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“Evaluación de cortes de poda sobre moreras y fresnos europeos en Dorrego, Guaymallén, Mendoza.”

Autora: Paula Daniela RODRÍGUEZ

Directora: Dra. Gabriela LUCERO

Codirector: Prof. Naldo ANSELMINI

Año: 2014

Índice de temas

Resumen	7
Palabras Clave	8
1. Introducción	9
1.1. El arbolado urbano	9
1.2. Dificultad de vida en los centros urbanos. Debilitamiento	14
1.3. Cuidados culturales	17
1.4. Degradación de la madera	27
1.5. El arbolado urbano en Mendoza	36
1.6. Descripción de las especies seleccionadas	42
1.7. Objetivos generales y particulares	45
2. Materiales y Métodos	46
3. Resultados y discusión	51
3.1. Evaluación de poda	51
3.2. Evaluación de la cicatrización de las heridas de poda	54
3.3. Evaluación de degradación de las heridas de poda	59
3.4. Comparación de la capacidad de cicatrización entre especies	61
3.5. Comunidades de microorganismos presentes en las heridas de poda en distinto grado de degradación	66
4. Conclusiones	76
5. Agradecimientos	79
6. Referencias Bibliográficas	80

Índice de figuras

Figura 1: Arboleda de la Ciudad de Mendoza.....	10
Figura 2: Tipos de cortes.....	19
Figura 3: Lugares adecuados e inadecuados para efectuar el corte.....	21
Figura 4: Manera correcta de eliminar una rama de gran tamaño.....	22
Figura 5: Forma incorrecta de cortar una rama gruesa.....	22
Figura 6: Poda de elevación de copa.....	25
Figura 7: Poda de mutilación en una morera de Dorrego.....	27
Figura 8: Herida de poda que muestra estado avanzado de degradación de la madera.....	29
Figura 9: Las cuatro barreras de la compartimentación.....	35
Figura 10: Arbolado urbano en la Ciudad de Mendoza.....	38
Figura 11: Ejemplar de morera del arbolado de Dorrego.....	43
Figura 12: Ejemplar de fresno europeo del arbolado de Dorrego.....	44
Figura 13: Tipos de corte: a 45° dejando collar, al ras y rebaje sin tirasavia.....	46
Figura 14: Tipos de corte: rebaje con tirasavia al ras.....	46
Figura 15: Tipos de corte: rebaje con tirasavia dejando muñón.....	46
Figura 16: Superficie cicatrizada: nula o escasa.....	47
Figura 17: Superficie cicatrizada: modesta.....	47
Figura 18: Superficie cicatrizada: discreta.....	47
Figura 19: Superficie cicatrizada: elevada.....	47
Figura 20: Corte no degradado.....	48
Figura 21: Corte con degradación incipiente.....	48
Figura 22: Corte degradado.....	48
Figura 23: Corte muy degradado.....	48
Figura 24: Corte limpio.....	49

Figura 25: Corte desgarrado.....	49
Figura 26: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la circunferencia de la herida en función del diámetro de corte en morera.....	55
Figura 27: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la circunferencia de la herida en función del diámetro de corte en fresno europeo.....	55
Figura 28: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la superficie de la herida en función del diámetro de corte en morera.....	57
Figura 29: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la superficie de la herida en función del diámetro de corte en fresno europeo.....	58
Figura 30: Estado de degradación de la madera en función del porcentaje de la superficie de las heridas con presencia de tejido cicatrizal en morera.....	60
Figura 31: Estado de degradación de la madera en función del porcentaje de la superficie de las heridas con presencia de tejido cicatrizal en fresno europeo.....	60
Figura 32: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de la circunferencia de heridas con presencia de tejido cicatrizal en función del tipo de corte en morera.....	63
Figura 33: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de la circunferencia de heridas con presencia de tejido cicatrizal en función del tipo de corte en fresno europeo.....	63
Figura 34: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de cobertura de la superficie de heridas con tejido cicatrizal en función del tipo de corte en morera.....	64
Figura 35: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de cobertura de la superficie de heridas con tejido cicatrizal en función del tipo de corte en fresno europeo.....	65
Figura 36: Colonia del aislado identificado como <i>Alternaria</i> Colonia A.....	66
Figura 37: Espora del aislado identificado como <i>Alternaria</i> Colonia A.....	67
Figura 38: Conidióforo sosteniendo esporas del aislado identificado como <i>Alternaria</i> Colonia A.....	67

Figura 39: Colonia del aislado identificado como <i>Alternaria</i> Colonia B.....	68
Figura 40: Esporas del aislado identificado como <i>Alternaria</i> Colonia B.....	68
Figura 41: Colonia del aislado identificado como <i>Alternaria</i> Colonia C.....	69
Figura 42: Esporas del aislado identificado como <i>Alternaria</i> Colonia C.....	69
Figura 43: Colonia del aislado identificado como <i>Drechslera</i> Colonia D.....	70
Figura 44: Esporas del aislado identificado como <i>Drechslera</i> Colonia D.....	71
Figura 45: Conidióforo del aislado identificado como <i>Drechslera</i> Colonia D.....	71
Figura 46: Colonia del aislado identificado como Basidiomycetes Colonia E.....	72
Figura 47: Uniones en hebilla del aislado identificado como Basidiomycetes Colonia E.....	72
Figura 48: Porcentaje de aparición de los microorganismos aislados en heridas de poda según su estado de degradación en morera.....	73
Figura 49: Porcentaje de aparición de los microorganismos aislados en heridas de poda según su estado de degradación en fresno europeo.....	74

Índice de tablas

Tabla 1: Distribución porcentual (%) de los tipos de cortes realizados en la poda en el Distrito Dorrego, Departamento Guaymallén, por especie.....	51
Tabla 2: Distribución porcentual (%) de formas de cortes por especie.....	52
Tabla 3: Distribución porcentual (%) de los diámetros de heridas de poda por especie en el Distrito Dorrego, Departamento Guaymallén.....	53
Tabla 4: Cantidad de cortes de poda por ejemplar, por especie.....	53
Tabla 5: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la circunferencia de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en morera.....	56
Tabla 6: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la circunferencia de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en fresno europeo.....	56
Tabla 7: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en morera.....	58
Tabla 8: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en fresno europeo.....	58
Tabla 9: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y degradación de los cortes en morera.....	61
Tabla 10: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y degradación de los cortes en fresno europeo....	61
Tabla 11: Distribución porcentual (%) de los diámetros de cortes de poda según especie...	65

EVALUACIÓN DE CORTES DE PODA SOBRE MORERAS Y FRESNOS EUROPEOS EN DORREGO, GUAYMALLÉN, MENDOZA

Rodríguez, Paula Daniela¹

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

RESUMEN

Hoy más que nunca, los árboles han de considerarse un bien primario de la humanidad, particularmente en las ciudades, donde sus funciones ornamentales e higiénicas resultan indispensables. Sin embargo, las condiciones urbanas producen limitaciones ambientales que dificultan la existencia de los árboles y los exponen al fenómeno del debilitamiento. Esta situación se observa en las arboledas de las diversas ciudades de la provincia de Mendoza. Las causas del deterioro del arbolado deben buscarse tanto en la función pública como en el ciudadano común y en el descontrolado crecimiento de las ciudades. Entre estas causas puede reconocerse a la poda realizada de forma incorrecta, exagerada o fuera de tiempo. El objetivo de este estudio fue evaluar la poda que se le realiza a las plantas de morera (*Morus alba*) y fresno europeo (*Fraxinus excelsior*) del arbolado de calle del distrito de Dorrego, departamento de Guaymallén-Mendoza y estudiar los procesos de cicatrización y degradación de la madera de los cortes. Para ello se recorrieron distintas calles de igual importancia en el distrito de Dorrego, a fin de evaluar 30 plantas de morera y 30 de fresno europeo del arbolado público. Los individuos estudiados fueron tomados al azar. En cada planta se contó el número de heridas de poda. En cada corte se evaluó por observación directa: diámetro aproximado, tipo de corte, porcentaje de la circunferencia de corte con tejido cicatrizal, porcentaje de la superficie de corte cubierta por tejido cicatrizal, degradación de la madera y forma en que fue efectuado el corte. Además, se realizaron aislamientos en terreno agarizado, a partir de muestras de madera procedente de cortes de poda clasificados en las categorías "no degradado", "degradado" y "muy degradado". Las cajas se conser-

varon en laboratorio a temperatura ambiente durante una semana. Luego se procedió a la purificación de las colonias halladas para su descripción macroscópica e identificación por medio de observación microscópica y medición de esporas. Los datos fueron analizados estadísticamente con el programa STATGRAPHICS Centurion XVI. Los resultados obtenidos demostraron que en el distrito de Dorrego la poda no siempre es la adecuada: si bien los cortes a 45° que respetan el collar de la rama deberían ser los más frecuentes, no es lo que ocurre; los rebajes sin tirasavia no tendrían que efectuarse, pero son comunes en ambas especies estudiadas; los cortes al ras son los más realizados a pesar de que la bibliografía expresa que no deberían ejecutarse. Asimismo, se encontró gran cantidad de cortes con diámetros superiores a los 5 cm, lo cual dificulta la cicatrización. Las heridas sin cicatrizar mostraron tejidos degradados producto del desarrollo de caries de la madera. Estas se generan debido a la acción de un conjunto de microorganismos que se suceden en el tiempo y en el espacio, entre los que se hallaron hongos del género *Alternaria* y de la división Basidiomycota. Se sugiere corregir las prácticas de poda para favorecer la sostenibilidad y funcionalidad del arbolado.

PALABRAS CLAVE

Arbolado urbano, poda, cicatrización, caries de la madera.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El arbolado urbano

El concepto de arbolado urbano se desarrolla en el Reino Unido a comienzos de la década de 1980 (Ponce Donoso *et al.*, 2009). Su definición es compleja, si se analizan diferentes contextos, donde los expertos aún no se ponen de acuerdo. Todos coinciden en que se trata de un concepto dinámico en el que la propia sociedad va identificando nuevas variables ecológicas, sociales, ambientales y económicas que lo caracterizan. Carter (1993) conceptualiza la idea como “un integrado acercamiento a la plantación, cuidado y gestión de los árboles en las ciudades, para asegurar múltiples beneficios ambientales y sociales a los habitantes urbanos”.

El arbolado urbano está compuesto por diferentes espacios, tales como cinturones verdes, parques, árboles de las aceras y de las áreas residenciales, parques industriales o comerciales, áreas bajas de cuencas, entre otros sitios (Ponce Donoso *et al.*, 2009). Históricamente ha tenido un papel importante en las ciudades, cumpliendo servicios sociales y ambientales, actualmente también se le asocia una componente económica. Los árboles son un elemento significativo de la imagen de las ciudades, poseen un volumen determinado de acuerdo a sus diferentes hábitos de crecimiento, y por lo tanto, modifican el espacio en el cual son plantados. Con su presencia, los árboles deben hacer el contrapunto a la arquitectura de las construcciones sólidas, sumando lugares en el espacio público que estimulen la vida cultural de los usuarios. Por ello, el arbolado público forma parte del patrimonio biológico, histórico, social y cultural de una ciudad, constituyendo un legado generacional que contribuye a la satisfacción de las necesidades recreativas y ambientales de la sociedad (Ledesma, 2008).

En las últimas décadas la sociedad ha tomado conciencia de la importancia del estudio de los lazos de conectividad entre la urbe y su entorno. La ciudad empieza a ser vislum-

brada como un “Ecosistema”, donde la trama ambiental es quizás la más importante de ellas, y cada uno de sus componentes (como el arbolado) debe ser estudiado, para conocer su comportamiento, su biología y los beneficios aportados a la sociedad. Hoy más que nunca, los árboles han de considerarse un bien primario de la humanidad, particularmente en las ciudades, donde sus funciones ornamentales e higiénicas resultan indispensables (Anselmi y Vannini, 1996).



Figura 1: Arboleda de la Ciudad de Mendoza (Gaffuri, 2009).

1.1.1. Aportes del arbolado urbano a la sociedad

Es mucha la información sobre los beneficios que el arbolado urbano le brinda a la sociedad. Parte de estos datos surgieron después de la Cumbre de la Tierra y tras la aparición del Informe sobre Nuestro Futuro Común (1987-1988), coordinado por Gro Harlem Brundtland en el marco de las Naciones Unidas. Fue entonces cuando se puso de moda el término de “desarrollo sostenible”, entendiendo a éste como aquel que permite “satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras”. El arbolado urbano es mucho más que saber qué tipo de copa o raíz tendrá la especie elegida, o si es de hoja perenne o caduca, sino que implica un conocimiento de su biología, de

su comportamiento con el medio que lo rodea y, sobre todo, de aquellos factores que de alguna manera interactúan con él.

El árbol urbano aporta beneficios que, aparte de los estéticos, aumentan la calidad de vida del ser humano. Según Carrieri (2005), la vegetación urbana puede directa o indirectamente:

- ✓ Aumentar la calidad del aire a nivel local o regional. Las principales formas en las que el arbolado urbano afecta a la calidad de aire son:
 - i. Reducción de la temperatura y efectos microclimáticos.
 - ii. Protección de los rayos ultravioleta.
 - iii. Disminución de la incidencia de los vientos.
 - iv. Disminución de los contaminantes atmosféricos.
 - v. Aumento del contenido de oxígeno.
 - vi. Absorción de carbono.
 - vii. Efectos energéticos en las construcciones.
- ✓ Conservar el agua y reducir la erosión del suelo.
- ✓ Reducir la contaminación acústica.
- ✓ Aumentar la biodiversidad.
- ✓ Producir beneficios sociales, tales como crear conciencia ecológica, aumentar la identidad de la comunidad, disminuir crímenes y violencia, aumentar la salud mental y física de la comunidad.
- ✓ Producir beneficios económicos, como aumentar el valor de la propiedad, beneficios económicos locales derivados del turismo.

Todas estas funciones revisten gran importancia en las ciudades y justifican la necesidad de contar con árboles en los espacios públicos urbanos.

1.1.2. Limitaciones para el arbolado

Las condiciones urbanas producen una serie de limitaciones ambientales que dificultan la existencia de los árboles. Entre ellas se pueden mencionar: grandes oscilaciones térmicas por calentamiento o enfriamiento de las superficies pavimentadas, mayor reflexión de la luz, impermeabilización de los suelos (que acarrea inconvenientes por estancamiento o escasez de agua), compactación del suelo (con reducido intercambio gaseoso e infiltración de agua) y polución tóxica. A esto se agrega la colocación de toldos, carteles, estructuras publicitarias y numerosas líneas de electricidad y teléfono, que limitan el espacio del árbol, sumado a la estrechez de veredas, cordones, asfalto y las construcciones; las cañerías de agua, de gas y los desagües bajo nivel del terreno (Ledesma, 2008). Asimismo, puede observarse 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, com. pers.).

1.1.3. Aspectos negativos

Habitualmente se destacan los aspectos positivos del arbolado sobre el ambiente, aunque también es importante reconocer que presentan aspectos negativos; tales como la necesidad de realizar tareas de mantenimiento, los inconvenientes y riesgos que causan a los transeúntes las ramas bajas, la interferencia con las líneas aéreas de los servicios públicos (teléfono, electricidad, entre otros), la caída de ramas, etc. Además producen, en general, problemas frecuentes, como la caída de hojas y su acumulación en las calles, acequias y techos; la caída de flores, polen y frutos; disminución de la iluminación; roturas de veredas y la obstrucción de conductos causados por las raíces.

1.1.4. Problemas fitosanitarios

Según Rocco (2009) las enfermedades de los árboles en el entorno urbano, aunque no difieren sustancialmente en los aspectos etiológicos, se diferencian de aquellas que se

presentan en otros forestales especialmente con respecto a la importancia relativa de los efectos nocivos y la peculiaridad de las medidas de defensa.

En las plantas utilizadas en los espacios verdes urbanos la atención está puesta sobre los agentes bióticos y abióticos capaces de alterar las características ornamentales y sobre todo la estabilidad mecánica, con el consiguiente riesgo a la seguridad de las personas.

El grupo de enfermedades fúngicas más dañinas para el arbolado urbano está representado por las caries de la madera y la podredumbre de raíces, que causan debilitamiento e inestabilidad de las plantas, la traqueomicosis y los canchros, que ocasionan muerte de las plantas, y las enfermedades foliares y de los brotes que, además de producir debilitamiento, afectan a las características ornamentales.

Pudriciones de la raíz. Enfermedades causadas por algunos organismos de la división Basidiomycota (*Armillaria* spp. *Heterbasidion* spp., *Ganoderma* spp., etc.), pero a menudo también por otros que pertenecen a la división Ascomycota (*Rosellinia* spp. *Ustilina* spp., etc.) y a la división Mastigomycota del reino Cromista (como *Phytophthora* spp.), que provocan necrosis de raíces, cuello y parte basal del tronco. Se trata en general de patógenos habitantes del suelo que, además de ser capaces de causar directamente la muerte de la planta, pueden promover el desarraigo de las mismas con el riesgo de daños a la propiedad y a las personas.

Caries. Enfermedades causadas por hongos que pertenecen a la división de Basidiomycota, principalmente Hymenomycetes incluyendo un sinnúmero de especies, algunas polífagas, otras específicas de determinados géneros y especies forestales (*Daedalea*, *Fomes*, *Fomitopsis*, *Inonotus*, *Laetiparus*, *Phellinus*, *Stereum*, etc.). Estos hongos tienen la capacidad de degradar, a través de enzimas específicas, las paredes de las células que constituyen los tejidos lignificados. Dichas paredes presentan una columna vertebral de fibrillas de

celulosa dispuesta en varias capas (S1, S2, S3), entre las cuales se insertan moléculas de lignina que le confieren resistencia a la estructura. La degradación de la celulosa y la lignina por estos hongos, además de la generación de cavidades llamativas en los troncos y ramas, también determina una disminución en la resistencia mecánica de la madera. Si el árbol afectado se somete a una fuerza excesiva, situación que puede ocurrir en días de viento con ráfagas particularmente violentas, la madera puede romperse repentinamente causando caída de ramas y aun del árbol entero.

Traqueomicosis y canchros. De particular gravedad son también las enfermedades vasculares, como las traqueomicosis y los canchros, que conducen inexorablemente a la muerte de las plantas.

Enfermedades del follaje. Tal vez menos peligrosas desde el punto de vista de la estabilidad, pero mucho más visibles externamente, son las enfermedades que afectan el follaje de las plantas. Entre los agentes de las enfermedades foliares de tipo necrótica se puede mencionar: *Gnomonia platani* Kleb., *Apiognomonina errabunda* (Roberge) von Höhnel e *Guignardia aesculi* L., respectivamente agentes de la antracnosis en sicómoro, roble y castaño; *Marssonina* spp., agente responsable de la antracnosis en álamos y sauces; *Venturia populina* (Vuill.) Fabr., agente causal de la defoliación en primavera de los álamos; *Phylllosticta* spp., *Cercospora* spp., etc., agentes de necrosis foliar en varias especies ornamentales.

1.2. Dificultad de vida en los centros urbanos. Debilitamiento

Desafortunadamente puede verse cómo las condiciones vegetativas de los árboles en los centros urbanos se agravan cotidianamente. Este problema se genera por el debilitamiento que sufren las plantas, ya que en las ciudades son sometidas a ambientes siempre más artificiales, antropizados y contaminados. Estos factores, sumados a la mala elección de las especies y a podas exageradas y fuera de tiempo, perjudican inexorablemente la po-

sibilidad de vida de las plantas, haciéndolas más vulnerables al ataque de microorganismos (Anselmi y Vannini, 1996).

Siguiendo a Eccher (1996) se puede decir 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. La búsqueda, el reconocimiento y la eliminación, cuando sea posible, de los factores predisponentes pueden prevenir el comienzo del debilitamiento.

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

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. 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 estas se agotan empieza el debilitamiento (Eccher, 1996).

Desde esta visión del estrés, es necesario diferenciar los conceptos de “vigor” y “vitalidad” cuando se evalúa el estado de salud de una planta, puesto que pueden estar correla-

cionados, pero no son sinónimos. A modo de explicación: si se evalúa el estado de salud por el vigor, una planta que vegeta mucho, que crece rápidamente (es decir, más vigorosa), parece tener más vitalidad que una que crece poco, sin embargo no siempre es así. Por ejemplo, la planta que vegeta mucho como reacción a una drástica poda (frecuente en el arbolado) es una planta que, por necesidad de reconstruir la copa, se ve obligada a consumir sus propias reservas y, por lo tanto, está más sujeta al estrés que una planta que vegeta poco, pero que consume menos y puede acumular más reservas. En este caso, la primera planta es más vigorosa, pero posee menos vitalidad que la segunda (Eccher, op. cit.).

En el plano biológico estas reservas, continuamente renovadas, permiten al árbol defenderse contra las agresiones naturales (sequía, heladas, ataques parasitarios) o de origen antrópico (heridas, 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.

Si el inicio del debilitamiento puede atribuirse al agotamiento de las reservas energéticas o a la imposibilidad de regenerarlas, se comprende la importancia de evaluar el estado de salud de un árbol mediante parámetros fisiológicos, como son los índices de la vitalidad; parámetros que indican la capacidad de superar momentos de estrés, no sólo sobre la base de los síntomas de enfermedad o sobre la presencia de patógenos, ya que si se centra la atención sobre un agente secundario y se desvía de la verdadera causa del debilitamiento, se corre el riesgo de que las eventuales intervenciones no resuelvan el problema (Eccher, op. cit.).

Si el debilitamiento es causado por otros factores, antes de la infección, la rehabilitación no pone fin a esta situación. Es cierto que es más fácil descubrir, y tal vez combatir, una infección que un problema agronómico, pero si es un problema agronómico las intervencio-

nes fitosanitarias, por más útiles que sean, no resolverán el inconveniente del debilitamiento. Del mismo modo, la sustitución de las plantas deterioradas no resolverá el problema si la planta sustituyente se encuentra en las mismas condiciones de estrés en las que se encontraba la planta reemplazada.

El reconocimiento de los factores agronómicos como causa primaria del debilitamiento y la solución en ese nivel, poniendo énfasis en la prevención de los daños, además de garantizar mejores resultados, permitirá también limitar las intervenciones fitosanitarias en beneficio del ambiente. En este sentido, hay mucho por hacer, desde un plano agronómico y de prevención, para favorecer la acumulación de reservas y prevenir las situaciones de estrés, antes que intervenir luego en situaciones comprometidas (Eccher, op. cit.).

Como ya se ha mencionado, la poda en el arbolado urbano es uno de los factores agronómicos implicado en el origen del debilitamiento, especialmente si se realiza de forma inadecuada y fuera de tiempo.

1.3. Cuidados culturales

Se conoce como “cuidados culturales del arbolado” al conjunto de prácticas de manejo que se inician con la conducción del nuevo ejemplar plantado en la ciudad y se continúan de por vida para el mantenimiento de arboledas vitales, seguras y longevas. Una premisa fundamental es que el manejo del arbolado debe realizarse acorde a la biología del árbol, a sus fases de desarrollo, a sus mecanismos de defensa, respetando la integridad del mismo, en vez de imponer formas artificiales con alteraciones significativas (Ledesma, 2008). Dentro de los cuidados culturales se encuentra uno de gran importancia: la poda.

1.3.1. La poda

Se entiende por poda a la eliminación total o parcial de una rama (Ledesma, 2008).

La poda del arbolado de calle es un tema que genera opiniones controvertidas. Esta práctica resulta un disturbio o agresión a la planta y, como tal, afecta su fisiología y su desarrollo en relación directa con la intensidad de la intervención. Los árboles, naturalmente, no requieren ser podados; sin embargo, dado que en las veredas de las ciudades deben guardar ciertas características (tronco libre de ramas, mínimos riesgos, etc.) es aceptado que, en determinadas situaciones, esta práctica sea una necesidad.

En los árboles de las ciudades, la poda sirve esencialmente para establecer una estructura fuerte, dirigir el crecimiento y eliminar las partes potencialmente peligrosas y enfermas, moribundas o muertas, a fin de garantizar seguridad y la salud de la planta por el período de tiempo más largo posible (Parisini *et al.*, 2001). Asimismo se utiliza para preparar a los árboles jóvenes antes del trasplante y para controlar el tamaño de los ejemplares una vez establecidos (Lell, 2006). Por lo tanto, la poda tiene el propósito de prolongar la vida de las plantas (Parisini *et al.*, 2001) en virtud de lo cual, en árboles utilizados para forestar o parquizar, este tipo de intervención debe ser realizada con responsabilidad y conocimiento, puesto que no sólo perjudica al individuo, sino que lo expone a una serie de daños bióticos y abióticos (Lucero, com. pers.).

1.3.2. ¿Cómo se realiza la poda?

1.3.2.1. Tipos de cortes

Como ya se mencionó, la poda consiste en la eliminación total o parcial de una rama. En el primer caso, la rama se corta desde su inserción o nudo (poda de raleo). En el segundo caso, se acorta la longitud de una rama en diferentes localizaciones de los entrenudos (poda de rebaje). El rebaje puede complementarse con derivación (“tirasavia”): se acorta una rama en el punto de inserción de otra para favorecer el desarrollo de la rama mejor ubicada (Figura 2).

En principio, el raleo y el rebaje con derivación son las prácticas adecuadas de poda. Ambas tienen en común que se practican en los puntos de inserción de las ramas o nudos.

El rebaje propiamente dicho, realizado en diferentes localizaciones del entrenudo (es decir, no coincidente con los puntos de inserción de las ramas), se considera una práctica incorrecta de poda (Ledesma, 2008).

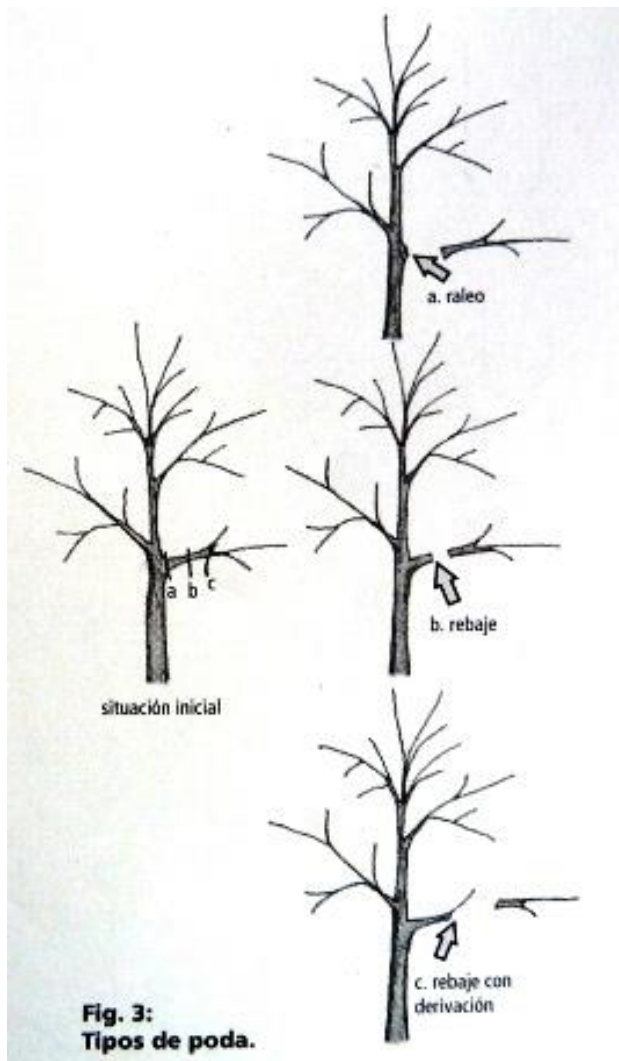


Fig. 3:
Tipos de poda.

Figura 2: Tipos de cortes (Ledesma, 2008).

1.3.2.2. Lugar del corte

El lugar donde se efectúa el corte es importante para minimizar el daño y favorecer 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”. 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 rama, en los que ocurrirán los cambios físicos y químicos que permitirán aislar los tejidos dañados del tejido sano.

Por eso, los cortes correctos se hacen siguiendo la arruga de la corteza hasta el cuello de la rama, sin dejar muñones ni astillas. Los cortes no deben realizarse al ras, pues se afectan los tejidos del tallo, eliminándose la zona de defensa específica de la rama. Los cortes siguiendo la arruga de la corteza, a pesar de su mayor sección, presentan la mayor oclusión. Cuando se dejan muñones, si bien tienen menor sección, no se cierran y mueren (Figura 3). Es muy frecuente que a partir de ellos se generen caries y, por consiguiente, posteriores cavidades. Esto se debe 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 (Ledesma, 2008).

En ramas desarrolladas con escasa luminosidad o muertas, el cuello de inserción frecuentemente es poco notable. En estos casos es considerado como más adecuado el corte total, al ras, con la precaución de no dañar el tejido vivo del tronco donde se inserta la rama.

Cuando fuese necesario acortar una rama es aconsejable hacerlo hasta el punto de inserción de otra u otras, evitando dejar un trozo internodal, ya que éste seguramente permanecerá muerto por mucho tiempo pudiendo servir como puerta de ingreso a microorganismos xilófagos. Por ello se sugiere efectuar los cortes en la axila de una ramificación que desempeñará el papel de "tirasavia", puesto que este facilita el flujo de savia y favorece así la cicatrización (Lell, 2006).

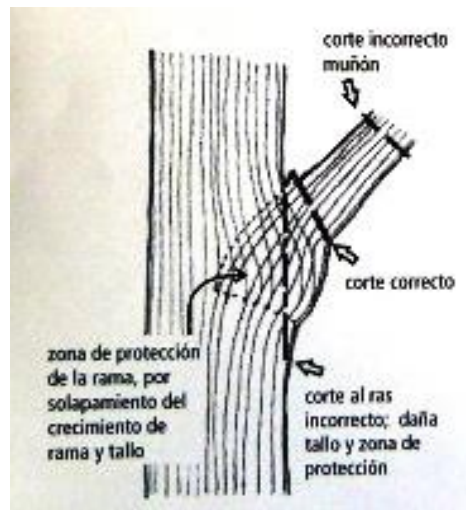


Figura 3: Lugares adecuados e inadecuados para efectuar el corte (Ledesma, 2008).

En el caso de ejes codominantes u horquetas, no ocurre solapamiento de los anillos de crecimiento anual, sino que cada eje crece independientemente. De esta forma no se producen tejidos de protección específicos, por lo que no es factible definir exactamente el corte correcto. En estas situaciones es importante intervenir en forma temprana sobre ejes jóvenes de poco grosor. En general, se recomienda trazar el corte desde el extremo superior de la arruga de la corteza hasta la proyección lateral del extremo inferior de la arruga (Ledesma, 2008).

Finalmente, si la rama a cortar es de gran tamaño se aconseja hacerlo en dos o más fases. En la primera, se acorta la rama para luego concretar la labor en el lugar elegido. El primer corte se debe efectuar realizando primero una incisión por la parte inferior, hasta no más de un tercio del diámetro y, posteriormente, por la parte superior hasta completarlo. Por último, el pequeño tocón que queda se corta de arriba hacia abajo (Figura 4). De esta forma disminuyen las posibilidades de accidentes y se evita que las ramas arranquen parte de la corteza del tronco al desprenderse (Figura 5) (Lell, 2006).

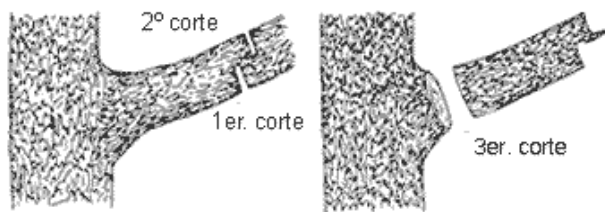


Figura 4: Manera correcta de eliminar una rama de gran tamaño.



Figura 5: Forma incorrecta de cortar una rama gruesa debido que, al cortarla de una sola vez, se rompe y desgarra la corteza.

1.3.2.3. Época de poda

Desde que comienza el crecimiento vegetativo y hasta completar la expansión y la maduración de las hojas, los árboles de hoja caduca consumen energía (almacenada en forma de reservas de almidón en los tejidos del tallo y ramas). Este es el período más crítico y es preferible evitar cualquier tipo de poda. Otro período crítico es el que precede a la caída de las hojas, ya que la planta se encuentra reservando sustancias, en forma de almidón, con el objetivo de prepararse para el crecimiento vegetativo de la siguiente primavera. En general, el mejor momento para realizar poda en árboles caducifolios es durante el receso invernal (poda de invierno) o después de la emisión y la maduración completa de las hojas (poda de verano).

Según estudios realizados por investigadores del Laboratorio de Fisiología del Árbol de la Universidad de París, la poda de verano, realizada luego del completo desarrollo de las hojas, favorece la acumulación de sustancias de reserva, que aumenta un 30-40%. Esta poda debe ser ligera y no debe eliminar más del 20% (un quinto) de la vegetación. En cuanto a la poda de verano, el Instituto Francés afirma que las ventajas son: mejor compartimentación (aspecto relacionado con la capacidad del árbol para defenderse del ataque de los hongos que degradan la madera) y por lo tanto una mayor resistencia a patógenos; mayor cicatrización de los cortes, propiciando una mejor restauración mecánica de la madera; recuperación inmediata de la actividad fotosintética de las hojas debido a la rápida reposición de reservas (Parisini *et al.*, 2001).

Para las especies perennifolias es adecuado realizar la poda a finales del invierno (Ledesma, 2008).

1.3.3. Tipos de poda

Según su finalidad, la poda puede ser clasificada en distintos tipos:

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 recortadas. 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.

Poda de formación. Tiene por finalidad preparar al árbol para su desarrollo en espacios urbanos limitados. Se busca formar al árbol con tronco elevado y copa equilibrada, siempre respetando las formas específicas de cada especie. Es fundamental que el proceso de formación sea progresivo, favoreciendo, desde las etapas iniciales, el crecimiento de las ramas mejor ubicadas. Realizando intervenciones graduales en ejemplares jóvenes se evitan las grandes heridas que se producen al podar ramas añosas. Antes de iniciar las podas de for-

mación es fundamental una detallada evaluación visual de la planta a diferentes escalas, junto con la observación del entorno (otros árboles, construcciones, cables, cartelería, etc.).

Dentro de las podas de formación se puede distinguir a la poda de elevación de copa o refaldado, la poda de horquetas y la poda para formación de túneles. La primera consiste en despejar de ramas el eje principal, por raleo de ramas basales, hasta la altura de ramificación deseada. Se realiza durante los primeros 3 o 4 años de vida, de manera gradual (Figura 6). La segunda se efectúa cuando se han formado horquetas (cuando el eje principal ha perdido su dominancia o alguna rama lateral adquiere gran vigor, suelen formarse horquetas, es decir, ramas contiguas que se comportan como ejes codominantes); si las horquetas forman una “U”, tienen una unión fuerte con buen comportamiento biomecánico y pueden conservarse; 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 deterioro de la madera; la eliminación de las horquetas en “V” por selección de unos de los ejes codominantes y raleo del otro, mejora la seguridad y sobrevivencia del árbol (además, una vez eliminada una de las ramas, la otra tiende a recuperar su posición vertical). Por último, la poda para formación de túneles se realiza cuando, en coincidencia con la alineación del arbolado, se extienden las líneas de distribución eléctrica domiciliaria, por lo cual es necesario mantener libre de ramas un espacio de 70 cm a cada lado de los cables, lo que se logra por raleo selectivo y rebaje con derivación de ramas.

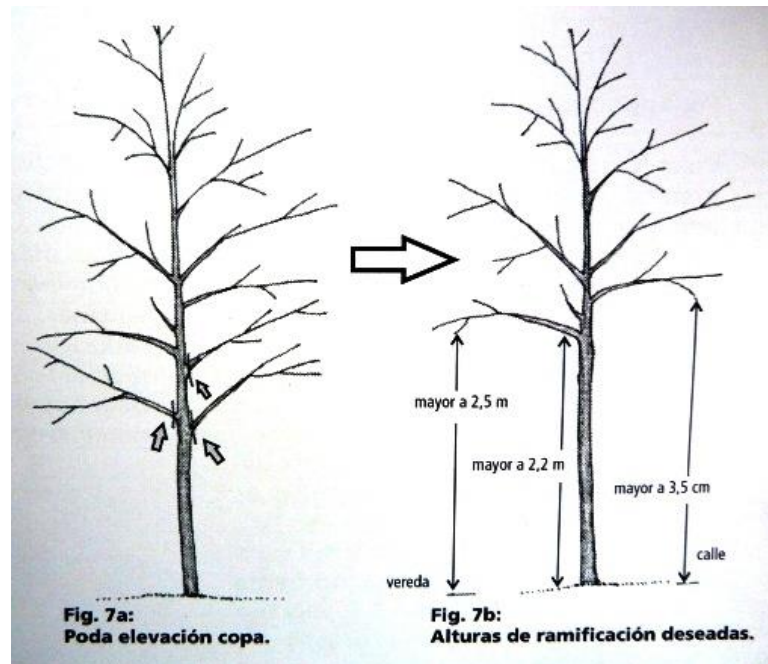


Figura 6: Poda de elevación de copa (Ledesma, 2008).

Poda de reducción de copa. Si al realizar una evaluación visual de un gran árbol se presume que es un factor de riesgo la resistencia a los vientos ejercida por su densa y elevada copa, puede realizarse una intervención para mejorar la permeabilidad de la copa y reducir el riesgo de caída de ramas o del árbol completo. Esto puede lograrse mediante podas reductivas, basadas en un raleo selectivo de ramas, para reducir su número y mediante un rebaje selectivo con derivación, para reducir la longitud del ejemplar. Se consideran podas excepcionales dada su complejidad.

Poda de corrección. Cuando un árbol joven ha sido maltratado mediante podas incorrectas es posible corregir progresivamente su forma hacia su condición específica natural, sólo si la poda ha sido realizada en alguna ocasión y no hay cavidades con deterioro en desarrollo. Se realiza mediante la selección adecuada de ramas principales y secundarias, a través de raleo y derivación. Como los árboles han sufrido un fuerte estrés previo, la intervención debe ser de intensidad baja a moderada.

Poda de mantenimiento y sanidad. Se realiza en los árboles adultos ya formados, sólo cuando sea imprescindible resolver nuevos inconvenientes asociados con problemas de interferencia con construcciones, por seguridad o por problemas sanitarios o accidentales. Se eliminan ramas secas, enfermas o dañadas, así como ramas que desequilibren la copa por su excesivo peso, longitud o posición.

Poda de mutilación. Es el tipo de poda incorrecta más comúnmente aplicado. Consiste en un rebaje no selectivo o poda corta en la que todas las ramas se rebajan, buscando nivelar la parte superior de la copa, o bien imponer una forma artificial de la copa, que puede quedar reducida a cortos muñones. Se basa en la aplicación de la poda de rebaje, acortando las ramas a diferentes niveles de los entrenudos (Figura 7). Las intenciones son variadas: reducir el tamaño del árbol, evitar el contacto con las líneas aéreas y en muchos otros casos, por la creencia de que esa intervención “hace bien” a la planta o que “queda más prolija”. Esta poda es contraria a la fisiología de la planta y en ella no hay selección de ramas, ni se tiene en cuenta su vigor, posición o sanidad. La planta reacciona ante la intervención tratando de regenerar toda la biomasa foliar perdida, a expensas de las reservas acumuladas, brotando “en escoba”, es decir, con una densidad excesiva de brotes que salen de yemas regeneradas en la porción viva del muñón, en tanto que el extremo del muñón generalmente se seca. Esta poda 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, debilita a los árboles, causa muerte de raíces y reduce su vida útil; no hay una correcta oclusión de las heridas y aumenta el riesgo de enfermedades y roturas. A su vez, genera problemas recurrentes con las líneas de cables, porque las sucesivas brotaciones, con numerosas ramas delgadas y flexibles, pronto entran en contacto con las líneas aéreas (Ledesma, 2008).



Figura 7: Poda de mutilación en una morera de Dorrego.

Efectuar podas correctas, evitando las intervenciones excesivas, mal realizadas y/o fuera de tiempo, es imprescindible para disminuir el debilitamiento de los árboles urbanos y protegerlos así de las agresiones bióticas o abióticas que pueden afectarlos.

1.4. Degradación de la madera

Los árboles están recubiertos por la corteza, lo que representa una relativa defensa y protección. Luego de una poda, los tejidos internos del árbol quedan al descubierto y son colonizados por microorganismos; aunque la mayoría de ellos son inofensivos, algunos son muy virulentos. A esto se suma que el medio urbano resulta propicio para la difusión y latencia de enfermedades de los árboles por la diversidad de condiciones, situaciones y posibilidades de dispersión que presenta (Lell, 2006). Por lo tanto, es posible afirmar que la poda,

en el arbolado urbano, es una práctica que puede incidir en el desarrollo de enfermedades, sobre todo aquellas asociadas a alteraciones de la madera.

1.4.1. Caries de la madera

Se denomina caries de la madera a la degradación de la pared de las células lignificadas ocasionada por hongos a través de la secreción de 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 (Figura 8).

Dicha alteración puede constituirse en una de las causas de deterioro del arbolado urbano, 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).

1.4.1.1. Clasificación de las caries

En función de la proporción en que las sustancias que componen la pared celular son degradadas y del consiguiente aspecto de la madera, las caries se clasifican en blancas, marrones y blandas.

- ✓ En las caries blancas, o “caries destructivas”, los agentes fúngicos degradan todos los constituyentes de la pared celular, incluidos la lignina y las sustancias colorantes, determinando un blanqueamiento de la madera, que adquiere una consistencia fibrosa o esponjosa.
- ✓ En las caries marrones, o “caries corrosivas o cúbicas”, los hongos provocan, principalmente, una degradación de los carbohidratos, dejando a la lignina casi inalterada, lo cual le confiere a la madera un color pardusco. En general, la madera se escinde siguiendo tres planos ortogonales, con las grietas a menudo tapizadas por el micelio del hongo (Anselmi y Govi, 1996).

- ✓ Las caries blandas son causadas por numerosos Ascomycetes (*Xylaria*, *Nectria*, *Endothia*, *Herpotrichia*, etc.) y Deuteromycetes (*Graphium*, *Alternaria*, *Pestalotia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Verticillium*), que determinan la formación de pequeñas cavidades de forma circular o romboidal, dispuestas como espirales alrededor a los haces longitudinales de las fibras. Se manifiestan con un amarronamiento de la superficie leñosa, más rica en oxígeno, que se transforma en blanda especialmente en la parte expuesta a la lluvia o humedad. El daño se limita frecuentemente sólo a los estratos superficiales de madera. Cuando la madera está seca presenta la superficie con sutiles grietas horizontales y verticales, mostrando un típico agrietado reticular.



Figura 8: Herida de poda que muestra un estado avanzado de degradación de la madera.

1.4.1.2. Proceso de infección

La infección por parte de los hongos puede darse por esporas, conidios, fragmentos de micelio o agregados miceliares. Sobre las plantas vivas, excepto en casos raros, la infección ocurre a través de soluciones de continuidad, 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).

Los primeros organismos en colonizar las heridas frescas (no necesariamente cariogénos) 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) (Anselmi y Govi, op.cit.).

Sucesivamente a las modificaciones producidas en la madera por estos organismos, pueden luego activarse los hongos más 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 las reacciones de defensa activa del tejido contra la invasión fúngica.

A medida que el micelio del hongo va colonizando la madera se inicia el proceso de digestión de las paredes celulares. La propagación de célula a célula se produce por perforación en las paredes o, a menudo, a través de las punteaduras. Con el tiempo, el micelio va ocupando las grietas más pequeñas del tejido leñoso y de los rayos medulares, formando grupos que tapizan las áreas de degradación. 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 (Anselmi y Govi, op.cit.).

1.4.1.3. Sintomatología

Como consecuencia del desarrollo de caries, se producen alteraciones morfológicas y alteraciones físicas. Entre las primeras se puede señalar:

- ✓ Variaciones de color: la madera con caries cambia de color con tonalidades más claras o más oscuras de la normal. En las plantas en pie, el primer indicio de la enfermedad es la aparición de estrías en el duramen de color morado o marrón oscuro, que delimitan la zona cariada.
- ✓ Variaciones del aspecto: las caries también pueden modificar el aspecto general de la madera, haciéndola ver más húmeda o más seca y, dependiendo del tipo de alteración, escamosa, fracturada, alveolada, manchada, fibrosa, etc.

Entre las segundas es posible mencionar:

- ✓ Aumento de la inflamabilidad: la madera cariada es más fácilmente inflamable que la madera sana.
- ✓ Variaciones del olor.
- ✓ Aumento de la permeabilidad: la madera cariada aumenta la permeabilidad, tanto al aire como al agua, por lo cual absorbe líquido más rápidamente que la madera sana.
- ✓ Pérdida de peso: las caries inducen siempre una modificación del peso de la madera, que, en general, se reduce.
- ✓ Variaciones de densidad: la densidad sufre una disminución relevante, paralelamente a la reducción de peso de la madera.
- ✓ Pérdida de consistencia: las caries, excepto en las primeras fases del ataque, son responsables de la pérdida de compacidad y resistencia mecánica de la madera (resistencia a la fricción, al desgaste, a la compresión, a la tracción, a la flexión, a los golpes, al corte, a la torsión, a la penetración) (Anselmi y Govi, 1996).

A todos estos síntomas puede agregarse que, sobre las plantas en pie, los hongos son capaces de causar una desorganización del tejido conductor, lo cual origina una reducción o interrupción del movimiento de la savia, ocasionando, a menudo sin ninguna señal de

aviso, un deterioro progresivo y, a veces, la muerte, también imprevista, de las partes afectadas o de toda la planta (Anselmi y Govi, 1996).

1.4.1.4. Factores que condicionan el desarrollo de caries

El desarrollo de caries está condicionado por diversos factores:

Características del agente fúngico. En el origen y el desarrollo de las caries en la madera son determinantes las características peculiares del agente causal, por ejemplo, agresividad, especificidad, armas de patogénesis (enzimas), carácter saprofitario, habilidad pionera, capacidad de supervivencia en condiciones desfavorables, capacidad de producir abundante inóculo. Del conjunto de estas características, usualmente vinculadas entre sí, de las exigencias nutricionales-ambientales y del poder “epidemiológico” del hongo depende, en general, la incidencia y la gravedad del ataque. Desde el punto de vista epidemiológico, reviste particular importancia el potencial de inóculo, vinculado a la capacidad de difusión gámica (producción de cuerpos fructíferos, fertilidad de estos, habilidad germinativa de las esporas) y agámica (producción de conidios, presencia de órganos particulares) (Anselmi y Govi, 1996).

Factores intrínsecos de la planta. Influye:

1. La especie.
2. La edad (en general la incidencia de las caries aumenta con la edad).
3. El estado biológico.

Condiciones ambientales

1. Temperatura: la germinación de las esporas, la colonización y la fructificación del agente fúngico son fuertemente influenciadas por la temperatura del ambiente.
2. Humedad atmosférica: es importante en el proceso de infección y en la germinación de las esporas.

3. Humedad de la madera: factor de gran importancia para la germinación de las esporas, para el desarrollo del micelio, para la acción de muchas enzimas, para la solubilización de las sustancias nutritivas y para su absorción por parte de las hifas; existe un contenido óptimo situado cerca del 30-40%.
4. Acidez del medio: los hongos que provocan las caries, como todos los hongos en general, crecen bien en sustratos ligeramente ácidos, con un pH de 4,5-5,5; frecuentemente, son los propios hongos con su actividad quienes acidifican el medio.
5. Contenido de oxígeno: los hongos causantes de caries son principalmente aerobios; la entrada de aire a los tejidos es, por tanto, necesaria para el desarrollo del micelio.
6. Contenido de dióxido de carbono: un contenido porcentual cercano al 10% estimula el desarrollo de gran parte de los hongos y la germinación de las esporas, mientras que concentraciones más elevadas, a menudo ligadas a la anaerobiosis, originan en general un efecto negativo.
7. Presencia de otros organismos: el desarrollo de los agentes de caries puede, por un lado, ser favorecido por otros agentes bióticos, como bacterias u hongos "pioneros" o insectos vectores, o, por otro lado, puede ser obstaculizado por la presencia de organismos antagonistas (Anselmi y Govi, op.cit.).

1.4.2. Defensa de los árboles contra infecciones de la madera

Una vez producida la penetración, la colonización de la madera por parte del hongo es, en general, notablemente contrarrestada por la planta, mediante una serie de acciones de defensa, tanto activas como pasivas.

Los mecanismos de resistencia activa están relacionados 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 y/o producción de gomas o resinas). La resistencia pasiva está ligada a las características intrínsecas de la madera (tipo de células; microestructura de la pared celular; contenido de taninos, terpenos, fenoles y sus derivados) y a las condiciones de la planta en el momento en que se produce el ataque del hongo (estado hídrico, presencia de oxígeno, etc.) (Anselmi y Govi, 1996).

1.4.2.1. Defensa activa: la compartimentación

En las últimas décadas, diversos estudios han intentado demostrar la relevancia de la defensa activa de los árboles. A esta activación de las defensas la han llamado “compartimentación”, la cual, a menudo, permite a los individuos en buen estado fisiológico circunscribir completamente la infección y continuar viviendo en perfecto estado de equilibrio (Anselmi y Govi, 1996).

El doctor Shigo y un equipo de colaboradores llegaron a interpretar y explicar el proceso de reacción que se produce en los árboles conocido como CODIT (“Compartimentalization of Decay in Trees”). Este se explica por la formación de cuatro barreras que desarrolla el árbol ante una infección (Lell, 2006).

La primera barrera consiste en la oclusión de los elementos vasculares con sustancias como resinas y gomas con la finalidad de detener la difusión del hongo en sentido longitudinal. La segunda barrera está representada por el reforzamiento de los anillos anuales con deposiciones de estratos de madera de alta densidad, limitando el desarrollo de la carie en sentido radial, es decir, hacia el interior. La tercera barrera consiste en la suberificación y la lignificación de las células de los rayos medulares, oponiéndose a la propagación del hongo en sentido tangencial (Anselmi y Govi, 1996). La cuarta barrera, la más eficaz, es elaborada en la madera formada después de la herida. El cambium elabora madera modifi-

cada, especializada en la protección del árbol, formada por elementos con paredes muy resistentes y que contienen diversas sustancias tóxicas (Lell, 2006). De esta forma se produce una separación del xilema presente en el momento de la infección de aquel que se formará luego, oponiéndose a la extensión de la alteración desde el interior hacia el exterior (Figura 9) (Anselmi y Govi, 1996).

Las distintas barreras presentan usualmente un fortalecimiento químico dado por el depósito de sustancias antimicrobianas, sobre todo fenoles, responsables de la típica alteración cromática de la zona afectada.

El mayor grado de eficiencia contra el avance de los microorganismos está dado por la cuarta barrera, seguida en orden decreciente por la tercera, la segunda y la primera. En consecuencia, el frente de avance de las caries en el cilindro leñoso procede con velocidad mínima en sentido radial centrífugo, con velocidad intermedia en sentido tangencial a los rayos medulares y con velocidad máxima en dirección longitudinal (Anselmi y Govi, 1996).

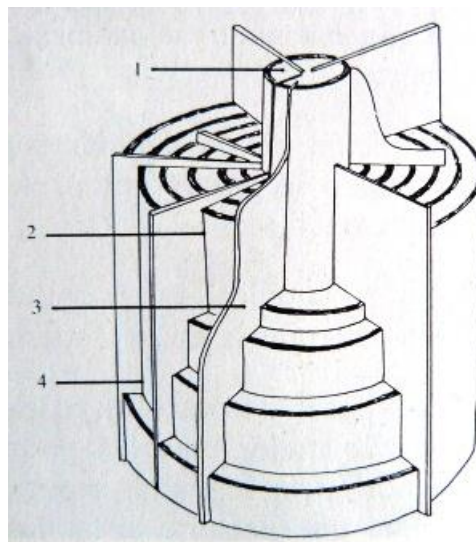


Figura 9: Las cuatro barreras de la compartimentación (Michau, 1987).

La capacidad de compartimentar está muy ligada a las especies; algunas presentan una rápida reacción, otras lo hacen lentamente y en forma poco eficaz (por ejemplo: los fresnos). La época, el lugar y el tamaño del corte y/o herida resultan determinantes para que el árbol pueda superar la dificultad y el riesgo en el menor tiempo; si el diámetro de un corte es demasiado grande ninguna técnica, por correcta que sea, impedirá que se extienda la podredumbre por el tronco, más allá de las primeras barreras de protección. Asimismo, en períodos de temperaturas bajas, la suberización y la lignificación se tornan lentas; por consiguiente, aumenta la sensibilidad a los patógenos. Además, al resultar consecuencia de la actividad cambial, el desarrollo de la cuarta barrera ocurre solamente durante el período de actividad vegetativa. Finalmente, el óptimo estado fisiológico del árbol favorece la posibilidad de reacción de la planta; por el contrario, un estado de debilidad absoluta limita la capacidad de reacción. Si una planta logra sobreponerse con éxito a una herida, comenzará a elaborar su cicatrización y recomposición del equilibrio (Lell, 2006).

Cabe señalar que un árbol, ante el ataque a sus tejidos vivos, antes de la formación de barreras estructurales, puede responder activa y rápidamente a la infección a través de la activación de enzimas de acción antifúngica (por ejemplo: β , 1-3 glucanasa, quitinasa), la producción de sustancias antimicrobióticas del tipo de las fitoalexinas (por ejemplo pirofuranos) o similares (sesquiterpenos, etc.) y la necrosis de grupos de células similar a la reacción de hipersensibilidad. Generalmente estos compuestos antifúngicos se van a acumular entre los tejidos sanos y los infectados, contribuyendo a formar una barrera duradera (Anselmi y Govi, 1996).

1.5. El arbolado urbano en Mendoza

La provincia de Mendoza, ubicada al pie de la Cordillera de los Andes, se extiende en el Centro-Oeste argentino, entre los 32° 35' de latitud sur y los 66° 30' y 70° 35' de longitud oeste. Posee un clima árido a semiárido, con una variabilidad anual de precipitaciones

desde los 100 mm en el extremo noroeste hasta los 400 mm en el sector sureste, arrojando un promedio de 220 mm para el territorio provincial. Está expuesta a la acción de los anticiclones del Atlántico (piedemontes, depresiones y llanuras) y del Pacífico (altas montañas y región volcánica al sur) (Fernández, 2010). La amplitud térmica anual es marcada, con temperaturas medias en verano de 25°C y en invierno de 8°C. En la época de otoño e invierno es común la presencia de un viento caliente y seco que, en muchos casos, se torna peligroso por la elevada velocidad que puede alcanzar, denominado Viento Zonda.

Dadas las características de semi-desierto que posee la provincia, desde hace aproximadamente dos siglos, el hombre ha forestado las diversas ciudades de Mendoza para hacerlas más habitables y confortables. Además de este rol peculiar, los árboles se han transformado en parte esencial tanto del punto de vista paisajístico como ecológico, debido a su larga permanencia en el ambiente (Lucero *et al.*, 2010). A inicios del siglo XVIII comenzó a trasladarse la vegetación desde el interior hacia el exterior de las viviendas de manera no planificada, pero, luego del terremoto de 1861, los trazados de la nueva ciudad incorporaron al verde urbano de manera planificada. En esa época, floreció en Mendoza una nueva concepción moderna con relación a la modelación social y material del espacio, sustentada en los referentes de Francia e Inglaterra, que representaban la civilización, en oposición al pasado colonial asociado a España, razón por la cual se realizaron grandes cambios constructivos, estéticos y especialmente paisajísticos (Bochaca, 2005). La provincia se ha caracterizado desde entonces por poseer una cultura particular en relación al arbolado de sus calles; en este sentido, los árboles presentes en las calles, en los parques y en los jardines ocupan un lugar primordial tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Además, Mendoza ha sido reconocida por el turismo nacional e internacional no sólo por sus hermosas arboledas, sino también por el culto y el respeto que la población tenía hacia las plantas (Lucero, com. pers.).

Sin embargo, desde hace algunos años, y con mayor sorpresa últimamente, se observa un franco deterioro de las arboledas cuyas causas deben buscarse tanto en la función pública como en el ciudadano común y en el inevitable y descontrolado crecimiento de ciudades y servicios (Carrieri, 2005).

1.5.1. Breve reseña histórica

Carrieri (2005) expone:

Desde la fundación de Mendoza en 1561 y hasta fines del siglo XIX las plantaciones y la preservación de los árboles se hicieron en forma desordenada, típica de un oasis en evolución espontánea.

Hacia el año 1896, Emilio Coni aconsejó la alineación de los forestales y la plantación de ciertas especies por razones sanitarias y de seguridad, dado el grado de contaminación cloacal de los cauces de riego y la idea de que una alineación paralela a las construcciones evitaría que estas obstruyeran las calles en caso de un terremoto.



Figura 10: Arbolado urbano en la Ciudad de Mendoza (Molina, 2013).

En 1907 se inició la instalación planificada del arbolado en las calles de Mendoza con la plantación de plátanos en la calle San Nicolás (actual Avenida San Martín).

Luego de los plátanos se plantaron moreras, pero existieron problemas de tamaño que obligaron a intentar con otras especies. Poco después se implantaron fresnos americanos y europeos y álamos simoní (*Populus simonii*). Estos últimos prácticamente desaparecieron eliminados por una enfermedad (*Phytophthora*). Varias décadas después (aproximadamente en 1960) comenzó el “boom” del olmo bola, al parecer por tener un tamaño y forma más al gusto de los diseñadores de los nuevos barrios de la época.

En 1923, por una ordenanza del Concejo Deliberante de la ciudad capital, se detalló calle por calle las especies a implantar.

En las últimas décadas, la proliferación de especies empleadas con y sin autorización desafía la imaginación más frondosa. La tendencia más reciente, entre especialistas y aquellos organismos públicos bien asesorados, se inclina a la selección de géneros y especies más resistentes a sequía.

En marzo de 1996, por decreto 319/96 del gobernador Lafalla, se crea el Consejo Provincial de Defensa del Arbolado Público. El mismo está formado por representantes de: Dirección de Recursos Naturales Renovables (DRNR), Dirección Provincial de Vialidad, Dirección de Desarrollo Agrícola, Administración de Parques y Zoológico, Departamento General de Irrigación, Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas (IADIZA), Centro de Ingenieros Agrónomos de Mendoza., Sociedad de Arquitectos de Mendoza., Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo), ISCAMEN y Organizaciones No Gubernamentales. (pp. 1-2)

1.5.2. Diagnóstico de la situación actual

Lamentablemente, en la actualidad, la integridad de los árboles se encuentra amenazada, ya que en Mendoza, como en otras ciudades del mundo, existen condiciones hostiles derivadas de las actividades antrópicas. Estas situaciones poco propicias para las plantas las predisponen a un inquietante fenómeno de decaimiento (Lucero *et al.*, 2010). En consecuencia, el arbolado público está sujeto siempre a situaciones que producen estrés, derivadas en general de las siguientes causas señaladas por Carrieri (2005):

- ✓ Especies mal seleccionadas con características poco adecuadas a las condiciones de la zona, lo cual provoca mala expresión vegetativa posterior por deficiente adaptación.
- ✓ Espacio vital disponible insuficiente.
- ✓ Incorrecta infraestructura (acequias impermeabilizadas, tomas de agua obstruidas o inexistentes, desniveles, cemento hasta el tronco, etc.), que obliga a las raíces a explorar cañerías de agua y cloacas, con consiguientes daños en veredas, casas e infraestructura de servicios.
- ✓ Plantaciones imperfectas sin seguir los rigores técnicos aconsejados para cada situación específica.
- ✓ Plantas mal conducidas desde vivero, creando al cabo de pocos años problemas innecesarios a los servicios o edificaciones y obligando a podas severas o erradicaciones que podrían evitarse.
- ✓ Deficiente mantenimiento (podas de formación y conducción defectuosas, falta de riego, ausencia de controles sanitarios, etc.), que afectan el estado, función y estética de los árboles.
- ✓ Contaminación del aire, agua y suelo urbano.

- ✓ Reemplazo de las especies adecuadas por otras de mayor valor aparente y/o plantaciones incorrectas realizadas por vecinos.
- ✓ Mala coordinación de las planificaciones entre los entes prestadores de los distintos servicios (gas, electricidad, televisión, teléfono, cloacas, agua, riego, caminos y calles, etc.).
- ✓ Proyectos de construcción de viviendas, comercios, rutas, ensanches de calles, loteos, etc. aprobados por los municipios que, en general, no contemplan la presencia o la necesidad de árboles desde su origen, obligando a actuar sobre hechos consumados, perjudicando habitualmente el sistema de arbolado.
- ✓ Menosprecio de informes técnicos serios sobre el estado del arbolado. (p.30)

A estas pueden agregarse:

- ✓ Estrangulamiento de los tallos con ataduras de alambre para sostener carteles.
- ✓ Heridas traumáticas provocadas por los automóviles o transeúntes (Lucero, com. pers.).

Como resultado de todo ello, el arbolado en general se encuentra en estado sumamente crítico, esencialmente debido al envejecimiento prematuro, proceso cada vez más acelerado que afecta a la totalidad de los individuos que lo componen (Carrieri, 2005). Esta situación trae aparejada una disminución en los beneficios que los árboles ofrecen a los ciudadanos. La sostenibilidad de este recurso en el tiempo es una temática de gran interés dada la importancia que reviste para Mendoza. La sanidad del arbolado es un aspecto primordial a estudiar al considerarse el mantenimiento de este recurso.

1.5.3. Dorrego, Guaymallén

Guaymallén es un departamento ubicado en el Área Metropolitana de Mendoza. Está dividido en veinte distritos con densidad poblacional muy diferente. Entre los distritos más poblados se encuentra Dorrego, con más de 5.000 habitantes/km² (Municipalidad de Guaymallén, 2014). Las características climáticas son similares a las descriptas para la provincia, lo que ha conducido a la forestación de este distrito a semejanza del resto de las ciudades de Mendoza.

El arbolado de calle está compuesto esencialmente por ejemplares de especies exóticas, tales como morera (*Morus alba*), fresno europeo (*Fraxinus excelsior*), fresno americano (*Fraxinus americana*), paraíso común (*Melia azedarach*), paraíso sombrilla (*Melia azedarach var. umbraculifera*), olmo (*Ulmus sp.*), arce (*Acer negundo*), entre otras.

Desafortunadamente, los árboles en este distrito presentan las mismas condiciones generales que se observan en el resto de la provincia, lo cual acarrea una pérdida en los servicios que prestan, con su consecuente impacto en la calidad de vida de los habitantes de Dorrego.

1.6. Descripción de las especies seleccionadas

La presente investigación se realizó analizando ejemplares de morera (*Morus alba*) y fresno europeo (*Fraxinus excelsior*) debido a la ubicuidad de ambas especies en la zona de estudio.

1.6.1. Morera (*Morus alba*)

Es una especie exótica de árboles que pueden alcanzar los 10 a 12 m de altura. Poseen tronco recto y corteza rugosa color grisáceo clara. Desarrollan fuertes ramificaciones. Sus hojas son caducas, simples, alternas, con márgenes dentados, de color verde lustroso en la cara superior y algo pilosas en la inferior, de 5 a 15 cm de largo, con pecíolo de 1,3 cm, aproximadamente.

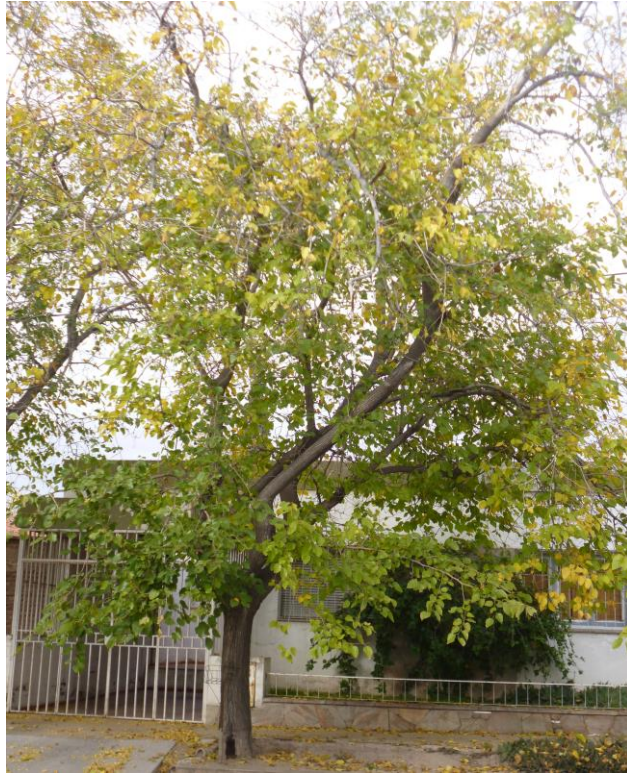


Figura 11: Ejemplar de morera del arbolado de Dorrego.

Prefieren suelos arenosos, no toleran los mal drenados o compactos. Son algo resistentes a fríos y calores (Lell, 2006).

Son plantas diclino-dioicas. Generalmente se implanta el pie masculino, ya que los frutos son sorosios que al caer ensucian veredas y calles.

1.6.2. Fresno europeo (*Fraxinus excelsior*)

Es una especie arbórea exótica, cuyos ejemplares alcanzan los 8 a 10 m de altura. Poseen copa globosa con follaje relativamente denso que se extiende en un diámetro de 8 a 10 m. Tienen tronco liso con corteza de color verde oliva que se torna gris verdosa en estado adulto. Sus hojas son caducas, compuestas pinnadas (5 a 15 folíolos), opuestas, con márgenes aserrados, de color verde oscuro y brillantes. En otoño adquieren una coloración amarillenta destacable y ornamental.



Figura 12: Ejemplar de fresno europeo del arbolado de Dorrego.

Las yemas son opuestas, de color negro, siendo la terminal más desarrollada y las laterales más pequeñas. Las flores son poco notables. La floración se produce en julio, antes de la foliación. Sus frutos son sámaras aplanadas con ala extendida que maduran en otoño, permaneciendo en el árbol durante el invierno.

Los fresnos europeos requieren pleno sol. Las heladas tardías suelen dañar su floración y los brotes tiernos. Prefieren los suelos frescos, fértiles y húmiferos, aunque aceptan la presencia de carbonatos y suelos silíceos (Lell, 2006).

1.7. Objetivos generales y particulares

Los objetivos generales de la presente tesis son:

- Evaluar la poda que se le realiza a las plantas de morera (*Morus alba*) y fresno europeo (*Fraxinus excelsior*) del arbolado de calle del distrito de Dorrego, departamento de Guaymallén-Mendoza.
- Estudiar los procesos de cicatrización y degradación de la madera de los cortes.

Los objetivos particulares son:

- Analizar tipos de cortes de poda y forma en que se efectúan en las especies mencionadas.
- Analizar el tamaño de las heridas originadas por poda en las especies mencionadas.
- Analizar la cantidad de cortes de poda que poseen los ejemplares del arbolado público de las especies mencionadas.
- Evaluar la cicatrización de las heridas originadas por poda en función del tamaño del corte en las especies mencionadas.
- Indagar la relación existente entre los procesos de cicatrización de las heridas de poda y el desarrollo de caries de la madera en las especies mencionadas.
- Comparar la capacidad de cicatrización de heridas de poda entre las especies mencionadas.
- Comparar las comunidades de microorganismos presentes en heridas de poda sanas y con procesos de degradación de madera (caries) en las especies mencionadas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el distrito de Dorrego (Guaymallén-Mendoza) se recorrieron distintas calles de igual importancia, a fin de evaluar 30 plantas de morera (*Morus alba*) y 30 de fresno europeo (*Fraxinus excelsior*) del arbolado público. Los individuos estudiados fueron tomados al azar, dado que las características de la zona pueden considerarse similares en todos sus puntos. El muestreo se efectuó en el mes de septiembre del año 2013.

En cada planta se contó el número de heridas de poda.

En cada corte se evaluó, por observación directa:

- diámetro aproximado: los cortes se clasificaron en cuatro categorías: menos de 5 cm, entre 5 y 10 cm, entre 10 y 15 cm, más de 15 cm.
- tipo de corte: se establecieron cinco categorías: al ras, a 45° dejando el collar de la rama (corte correcto), rebaje sin tirasavia, rebaje con tirasavia al ras (corte correcto) y rebaje con tirasavia dejando muñón.

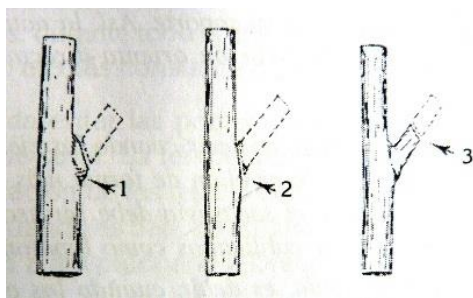


Figura 13: Tipos de corte: a 45° dejando collar (1), al ras (2) y rebaje sin tirasavia (3) (Lell, 2006).



Figura 14: Tipos de corte: rebaje con tirasavia al ras (Parisini, 2001).

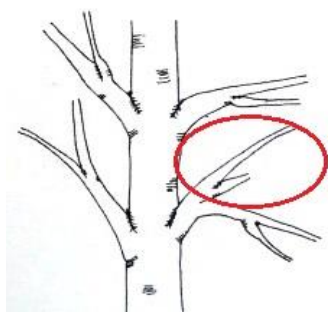


Figura 15: Tipos de corte: rebaje con tirasavia dejando muñón (Ledesma, 2008).

- porcentaje de la circunferencia de corte con tejido cicatrizal: los cortes se categorizaron en cinco clases según la cantidad relativa de tejido cicatrizal en el perímetro de la herida: 0-4%, 5-19%, 20-49%, 50-69% y 70-100%. Las determinaciones se realizaron cualitativamente por observación.
- porcentaje de la superficie de corte cubierta por tejido cicatrizal: los cortes se clasificaron en cuatro clases de cicatrización: nula o escasa (0-24%), discreta (25,49%), modesta (50-74%) y elevada (75-100%). Las determinaciones se realizaron de igual forma que en la variable anterior.



Figura 16: Superficie cicatrizada: nula o escasa.



Figura 17: Superficie cicatrizada: discreta.



Figura 18: Superficie cicatrizada: modesta.



Figura 19: Superficie cicatrizada: elevada.

- degradación de la madera: se diferenciaron los cortes en cuatro categorías: no degradado, con degradación incipiente, degradado y muy degradado.



Figura 20: Corte no degradado.



Figura 21: Corte con degradación incipiente.



Figura 22: Corte degradado.



Figura 23: Corte muy degradado.

- exudación: se establecieron tres categorías: ausente, escasa y abundante.

- forma en que fue efectuado el corte, clasificando en: corte limpio (sin dejar astillas, ni desgarrar la corteza) o corte desgarrado (si presentaba astillas o había desgarrado la corteza).



Figura 24: Corte limpio.



Figura 25: Corte desgarrado.

Se elaboró una planilla de campo a fin de registrar todos los datos. También se registraron imágenes utilizando una cámara fotográfica digital.

Se tomaron muestras de madera procedente de cortes de poda clasificados en las categorías "no degradado", "degradado" y "muy degradado". Se eligieron tres cortes al azar por cada categoría en ambas especies, realizados en distintos individuos (es decir, en ningún caso se tomó más de una muestra por planta) de los cuales se extrajo un pequeño cilindro de madera de aproximadamente 1,5 cm de espesor con la ayuda de un sacabocado de acero de 1,5 cm de diámetro. Posteriormente, se cortaron las muestras en trozos de 0,5 cm por 0,5 cm y se lavaron, luego fueron esterilizados superficialmente con solución de hipoclorito de sodio al 5% durante tres minutos. Finalmente, se sembraron los trozos de madera en cajas de Petri utilizando como sustrato agar malta con Benomil (disuelto en etanol al 50% con una concentración de 0,004 g/ml) y Estreptomina (disuelto en agua estéril con una concentración de 0,03 g/ml). Se realizaron tres cajas por muestra y en cada una de ellas se

sembraron cinco trozos de madera. De esta manera se obtuvieron nueve repeticiones por categoría de degradación y por especie. Las cajas se conservaron en laboratorio a temperatura ambiente durante una semana. A continuación, se procedió a la purificación de las colonias halladas para su descripción macroscópica e identificación por medio de observación microscópica y medición de esporas.

Los datos fueron analizados estadísticamente con el programa STATGRAPHICS Centurion XVI.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se exponen los resultados obtenidos, luego de la evaluación de 30 plantas de morera y 30 de fresno europeo.

3.1. Evaluación de poda

Se analizaron los tipos de cortes y los resultados pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1: Distribución porcentual (%) de los tipos de cortes realizados en la poda en el Distrito Dorrego, Departamento Guaymallén, por especie.

Tipo de corte	Morera	Fresno europeo
<i>Al ras</i>	47,28	46,30
<i>Rebaje sin tirasavia</i>	36,39	29,57
<i>A 45°, dejando collar (correcto)</i>	11,04	21,01
<i>Rebaje con tirasavia al ras (correcto)</i>	2,64	1,95
<i>Rebaje con tirasavia dejando muñón</i>	2,64	1,17

La mayor parte de los cortes, en ambas especies, son realizados al ras del tronco, práctica incorrecta ya que se elimina el collar de las ramas, zona donde se localiza la defensa específica del árbol (Ledesma, 2008). Asimismo, se observa que los rebajes sin tirasavia son también usuales, siendo erróneo este tipo de corte, puesto que deja muñones que no pueden cicatrizar y facilitan el ingreso de patógenos que generan pudriciones (Ledesma, 2008). Cuando fuese necesario acortar una rama es aconsejable hacerlo hasta el punto de inserción de otra u otras, evitando dejar un trozo intermodal (muñón) (Lell, 2006). Los cortes correctos efectuados a 45° y respetando el collar de la rama son poco frecuentes en fresno europeo y aún menos habituales en morera. Los rebajes con tirasavia correctamente realizados y aquellos incorrectos dejando muñón son muy inusuales en una y otra especie.

La segunda variable analizada, formas de los cortes, permitió examinar si los mismos se efectuaban de manera “limpia” o si dejaban astillas o desgarraban la corteza. En la Tabla 2 se observa y se destaca que casi la totalidad de los cortes en ambas especies, son efectuados de manera “limpia”, es decir sin dejar astillas y sin desgarrar la corteza, lo cual resulta una práctica correcta de poda (Ledesma, 2008).

Tabla 2: Distribución porcentual (%) de formas de cortes por especie.

Forma de corte	Morera	Fresno europeo
<i>Limpio</i>	92,69	90,27
<i>Desgarrado</i>	7,31	9,73

Con respecto al diámetro de las heridas de poda analizadas, en la Tabla 3 se puede observar que, en morera la mayor cantidad de heridas de poda fueron realizadas sobre ramas que tenían entre 5 y 10 cm de diámetro. Existe una gran cantidad de cortes cuyos diámetros no superan los 5 cm y resultan escasas las heridas con un diámetro mayor a 15 cm. En fresno europeo se observa que más de la mitad de las heridas de poda tienen diámetros que no superan los 5 cm y una buena proporción se encuentra en el rango comprendido entre 5 y 10 cm; los cortes con diámetros superiores a 10 cm son aún más escasos que en morera. Este aspecto es muy importante, puesto que existe consenso en considerar que un aumento del tamaño del corte implica un incremento en el riesgo de infección (Mulas, 1998), por lo tanto es bueno observar que las heridas superiores a 10 cm son poco frecuentes en una y otra especie forestal.

Finalmente, con respecto a la cantidad de cortes de poda de los ejemplares muestreados, puede verse en la Tabla 4 cómo sobre moreras la cantidad promedio de cortes por planta supera ampliamente a la cantidad encontrada en fresno europeo. Asimismo, el máximo de cortes encontrados en ejemplares de morera duplica al máximo hallado en fresno europeo. Igualmente, el alcance de esta comparación no puede determinarse de manera

exacta, ya que el tiempo transcurrido desde la plantación hasta el muestreo de los ejemplares de morera y fresno europeo analizados puede haber sido distinto, lo cual influye sobre la cantidad de intervenciones de poda realizadas a individuos de una y otra especie.

Tabla 3: Distribución porcentual (%) de los diámetros de heridas de poda por especie en el Distrito Dorrego, Departamento Guaymallén

Diámetro de corte	Morera	Fresno europeo
< 5 cm	39,66	54,86
5-10 cm	46,35	36,58
10-15 cm	11,20	7,00
> 15 cm	2,80	1,56

Tabla 4: Cantidad de cortes de poda por ejemplar, por especie

Cantidad de cortes	Morera	Fresno europeo
<i>Promedio</i>	21,43	8,56
<i>Mínimo</i>	8,00	3,00
<i>Máximo</i>	42,00	22,00
<i>Desviación Estándar</i>	7,74	4,28
<i>Coeficiente de Variación</i>	0,36	0,50

Si bien la poda sirve esencialmente para establecer una estructura fuerte, dirigir el crecimiento y eliminar las partes potencialmente peligrosas y enfermas, moribundas o muertas (Parisini *et al.*, 2001), afecta al contenido de reservas de los árboles al eliminar órganos o partes de ellos y contribuye al debilitamiento. Esta situación compromete la capacidad de defensa de las plantas contra agresiones naturales o antrópicas (Eccher, 1996), por lo cual es fundamental disminuir las intervenciones, realizándolas solamente en caso de necesidad. La mejor poda es aquella que consigue sus objetivos con el mínimo de cortes posibles (Gil-Albert, 2008).

3.2. Evaluación de la cicatrización de las heridas de poda

Para evaluar la cicatrización de las heridas de poda, en función del diámetro de los cortes, se analizaron dos variables: porcentaje de la circunferencia de la herida con presencia de tejido cicatrizal y porcentaje de la superficie de la herida cubierta por tejido cicatrizal.

En las Figuras 26 y 27 se observa que en cortes pequeños, menores de 5 cm de diámetro, el tejido cicatrizal se presenta en un alto porcentaje de la circunferencia en una y otra especie. Sin embargo, en morera se denota que al aumentar el diámetro de los cortes el porcentaje de la circunferencia de las heridas con presencia de tejido cicatrizal disminuye, siendo inferior al 50% cuando el tamaño de las heridas supera los 5 cm de diámetro. En fresno europeo la presencia de tejido cicatrizal en el perímetro de las heridas es elevada en general aunque las ramas cortadas sean de grandes dimensiones. Es importante remarcar que en ambas especies se encontró gran cantidad de cortes menores de 5 cm, con un porcentaje de presencia de tejido cicatrizal de 0-4 % de su circunferencia; esto se debió a que esas heridas eran del año en curso y debido al escaso tiempo transcurrido entre la realización del corte y el muestreo de los mismos todavía no se encontraban cicatrizados.

De acuerdo a las pruebas de independencia de las variables analizadas con el estadígrafo chi-cuadrado se observó que, en el caso de morera, se rechaza la hipótesis que existe independencia entre las variables diámetro de corte y porcentaje de la circunferencia con tejido cicatrizal. Por el contrario, en fresno europeo existiría independencia entre las dos variables mencionadas (Tablas 5 y 6).

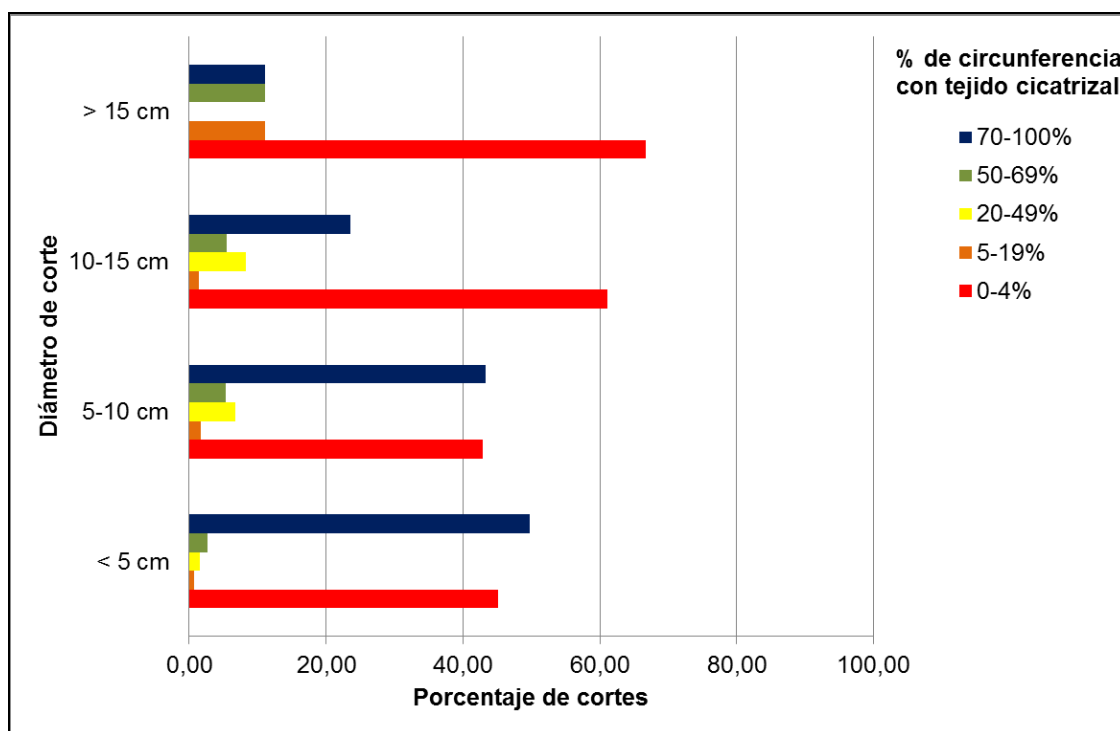


Figura 26: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la circunferencia de la herida en función del diámetro de corte en morera.

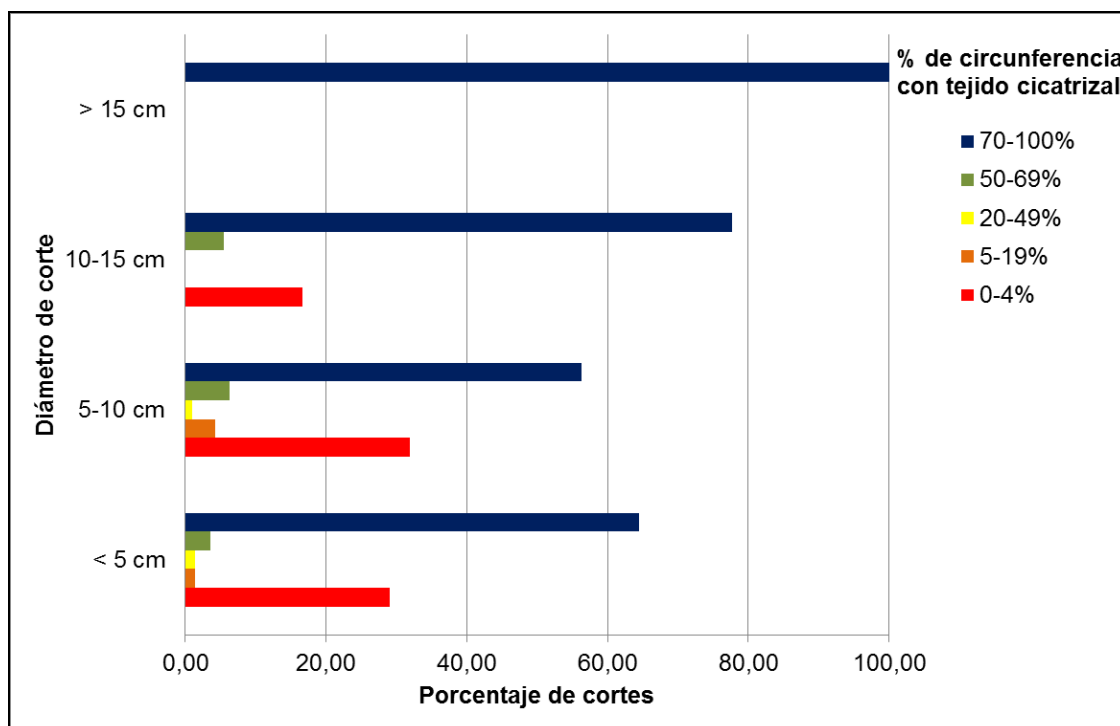


Figura 27: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la circunferencia de la herida en función del diámetro de corte en fresno europeo.

Tabla 5: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la circunferencia de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en mora

Prueba	Estadístico	Grados de libertad	Valor-P
Chi-Cuadrada	45,739	12	0,0000

Tabla 6: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la circunferencia de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en fresno europeo.

Prueba	Estadístico	Grados de libertad	Valor-P
Chi-Cuadrada	8,628	12	0,7343

Con respecto a la superficie del corte cubierta con tejido cicatrizal puede observarse en la Figura 28 como aproximadamente el 25% de los cortes con diámetro menor a 5 cm, analizados en morera, presentaban elevada oclusión. Si bien se observa una gran proporción de cortes de pequeño diámetro con cicatrización nula o escasa, esto podría deberse, como se mencionó anteriormente, a que muchos de ellos eran recientes. Al examinar cortes de mayor diámetro se pone de manifiesto como el cierre de la herida con tejido cicatrizal es cada vez menor o nulo. Las heridas con diámetros entre 5 y 10 cm muestran un alto porcentaje de cicatrización nula o escasa, mientras que cicatrización elevada es muy poco frecuente. Los cortes con diámetro entre 10 y 15 cm presentan en general cicatrización nula o escasa, no observándose ninguna herida con cicatrización elevada. La misma situación se repite en los cortes cuyos diámetros superaban los 15 cm.

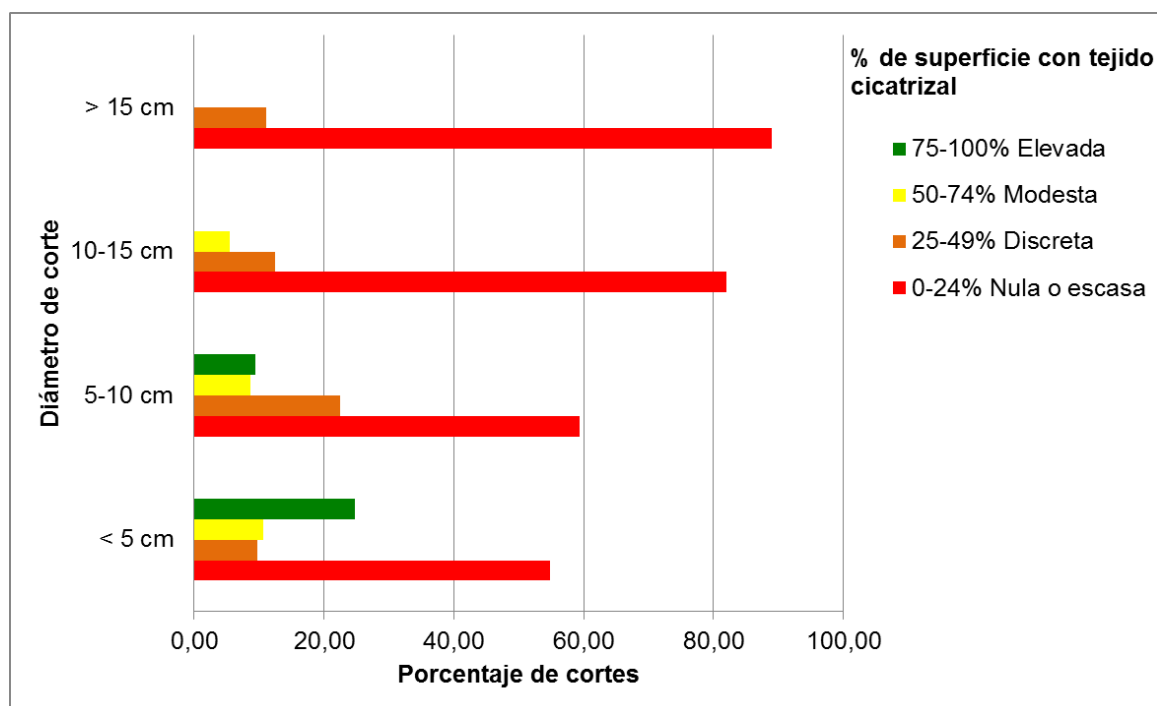


Figura 28: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la superficie de la herida en función del diámetro de corte en morera.

En fresno europeo se observa que los cortes con diámetros inferiores a 5 cm presentan en general cicatrización de la superficie de corte elevada. Los cortes con diámetros entre 5 y 10 cm muestran un alto porcentaje de cicatrización nula o escasa, siendo también frecuente la cicatrización elevada. Las heridas cuyos diámetros se encuentran entre los 10 y los 15 cm muestran cicatrización elevada y cicatrización nula o escasa en proporciones similares. Finalmente, los cortes con diámetros superiores a 15 cm muestran cicatrización discreta y, menos frecuentemente, cicatrización elevada (Figura 29). Es de destacar que si bien fresno mostró que la cicatrización de la circunferencia de la herida en cortes menores de 15 cm era casi total, por encima de los 15 cm no logra cerrar la herida.

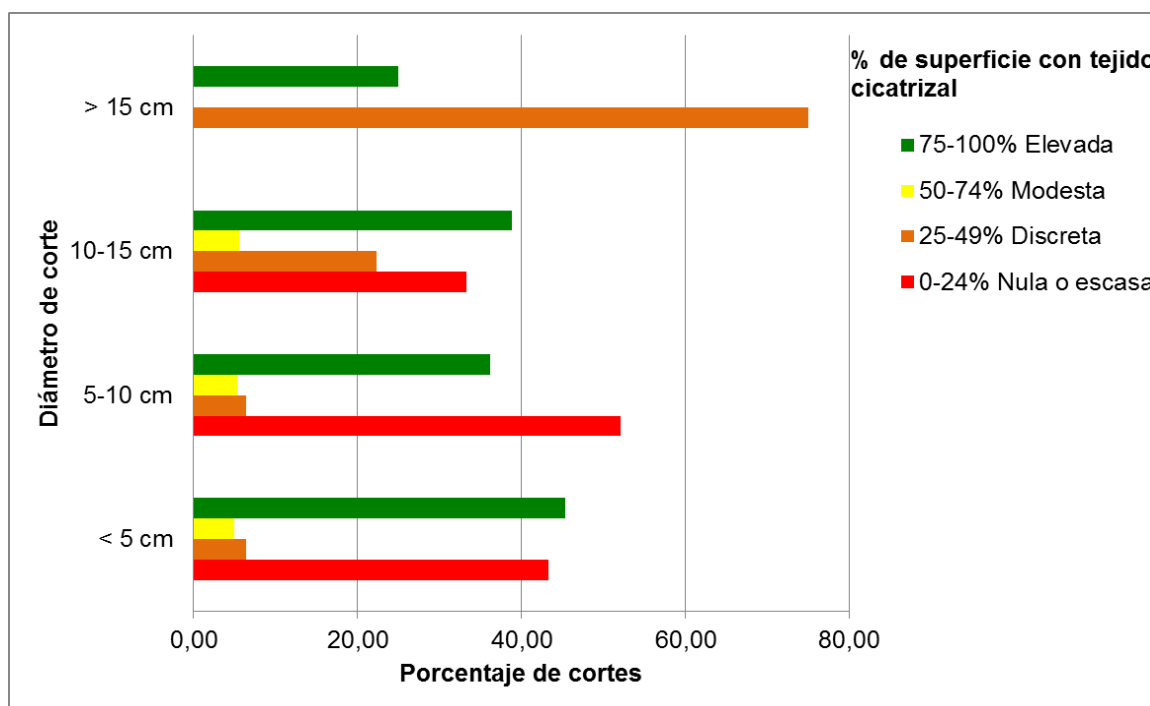


Figura 29: Porcentaje (%) de cortes con diferente cantidad de tejido cicatrizal en la superficie de la herida en función del diámetro de corte en fresno europeo.

En ambas especies las pruebas estadísticas permiten afirmar, con un nivel de confianza de 95%, que existe relación entre el diámetro de los cortes y la cicatrización de los mismos (Tablas 7 y 8).

Tabla 7: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en morera.

Prueba	Estadístico	Grados de libertad	Valor-P
Chi-Cuadrado	276,734	9	0,0000

Tabla 8: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y diámetro de los cortes en fresno europeo.

Prueba	Estadístico	Grados de libertad	Valor-P
Chi-Cuadrado	31,022	9	0,0003

La cicatrización de las heridas se efectúa por la formación de un labio cicatrizante, también llamado “callo” que se desarrolla desde el borde hacia el centro. El “callo” es la con-

secuencia directa de la actividad del cambium que ha quedado vivo en el perímetro de la herida. Cuanto más pequeña es la dimensión de la herida más rápido es el recubrimiento y hay más limitaciones a las infecciones (Pérez, 2013), lo cual coincide con lo hallado en este estudio. Al efectuar podas de formación, Ledesma (2008) establece que es fundamental que el proceso sea progresivo, favoreciendo, desde las etapas iniciales, el crecimiento de las ramas mejor ubicadas. Realizando intervenciones graduales en ejemplares jóvenes se evitan las grandes heridas que se producen al podar ramas añosas.

3.3. Evaluación de degradación de las heridas de poda

Para investigar la relación existente entre los procesos de cicatrización de los cortes de poda y el desarrollo de caries de la madera se evaluó el estado de degradación de las heridas.

En las heridas de morera con cicatrización nula o escasa, se observa un alto porcentaje de tejidos con degradación incipiente; también son frecuentes los cortes degradados y, en menor proporción, se hallaron heridas sin tejidos degradados y muy degradados. Los cortes con cicatrización discreta muestran mayor porcentaje de degradación incipiente de los tejidos y las heridas no degradadas son muy inusuales. La misma tendencia se observa en heridas con cicatrización modesta. Por el contrario, los cortes con elevada cicatrización se presentan no degradados en la mayoría de los casos (Figura 30).

En las heridas con nula o escasa cicatrización de fresno europeo, se observa un alto porcentaje de tejidos con degradación incipiente; también son frecuentes los cortes degradados; en menor proporción se hallaron heridas no degradadas, mientras que las muy degradadas son relativamente inusuales. Los cortes con cicatrización discreta se presentan la mayoría degradados y, menos frecuentemente, con degradación incipiente; las heridas muy degradadas son escasas y no se halló ninguna no degradada en esta categoría de cicatrización. Las heridas con modesta cicatrización muestran fundamentalmente degradación inci-

piente, siendo también frecuentes las degradadas y muy degradadas. Finalmente, cuando la cicatrización es elevada las heridas se presentan no degradadas en una alta proporción (Figura 31).

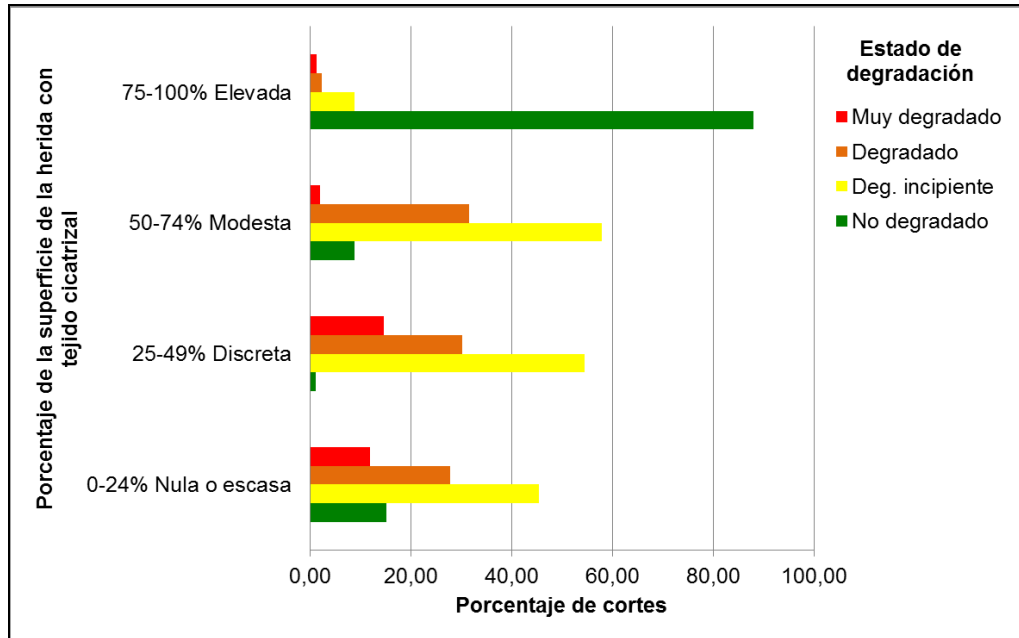


Figura 30: Estado de degradación de la madera en función del porcentaje de la superficie de las heridas con presencia de tejido cicatrizal en morera.

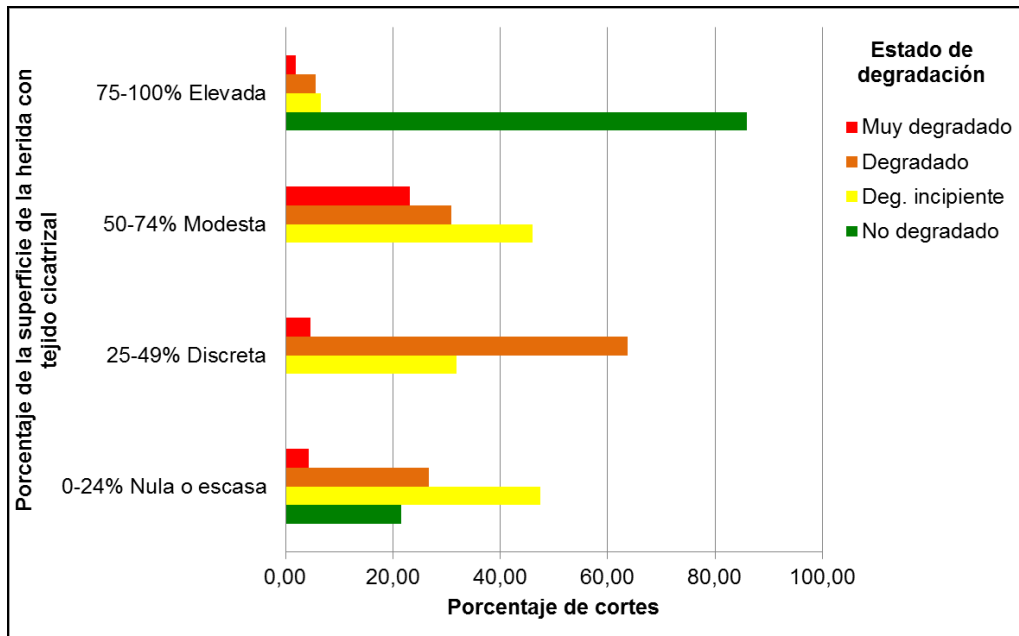


Figura 31: Estado de degradación de la madera en función del porcentaje de la superficie de las heridas con presencia de tejido cicatrizal en fresno europeo.

Las pruebas estadísticas permiten aseverar, con un nivel de confianza del 95%, que el estado de degradación de las heridas asociado al desarrollo de caries de la madera está relacionado con la cicatrización de los cortes de poda, en ambas especies (Tablas 9 y 10).

Tabla 9: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y degradación de los cortes en morera.

Prueba	Estadístico	Grados de libertad	Valor-P
Chi-Cuadrado	276,734	9	0,0000

Tabla 10: Pruebas de Independencia entre las variables porcentaje de la superficie de la herida con presencia de tejido cicatrizal y degradación de los cortes en fresno europeo.

Prueba	Estadístico	Grados de libertad	Valor-P
Chi-Cuadrado	146,916	9	0,0000

Por lo tanto, se confirma, en correspondencia con Pérez (2013), que es necesario favorecer una cicatrización rápida y total para evitar al máximo la infección y la pudrición interna de la madera. Por ello es fundamental el buen estado del cambium en el corte para que el mismo esté activo y asegure el desarrollo del callo que permitirá ocluir la herida. Esto se logra utilizando buenas prácticas de corte y un buen afilado de las herramientas. De igual manera hay que tener en cuenta que el recubrimiento de una herida no significa que el árbol está sano, puesto que los tejidos pueden haber sido afectado por patógenos, cuya acción continuará en el árbol después de la cicatrización.

3.4. Comparación de la capacidad de cicatrización entre especies

Para comparar la capacidad de cicatrización de heridas de poda entre morera y fresno europeo se evaluó el porcentaje de la circunferencia de las heridas que presentaban tejido cicatrizal y el porcentaje de cobertura de las heridas con tejido cicatrizal según cada tipo de corte definido.

A partir de las Figuras 32 y 33 puede notarse que los tipos de cortes al ras y a 45° dejando el collar de la rama son los que presentan mayores porcentajes de circunferencia cubierta por tejido cicatrizal. A su vez, al compararse las especies vegetales en estas mismas categorías, se observa que fresno europeo presenta mayores porcentajes de cicatrización respecto a morera. En los cortes realizados al ras del tronco los fresnos europeos muestran con mayor frecuencia heridas con presencia de tejido cicatrizal entre 70 y 100% de su circunferencia. La misma situación se produjo en los cortes realizados a 45° dejando el collar de la rama; sin embargo, cabe destacar que en morera hay gran cantidad de cortes cuyos perímetros presentan tejido cicatrizal entre un 50 y un 69%. En los cortes de rebaje sin tirasavia se puede ver, para ambas especies, que hay alta frecuencia de heridas con presencia muy escasa de tejido cicatrizal en su circunferencia (0-4%), notándose que en morera la frecuencia es mucho mayor que en fresno europeo. En los rebajes con tirasavia al ras fresno europeo muestra alta frecuencia de heridas con elevada cicatrización (70-100%), mientras que morera presenta gran cantidad de heridas con presencia muy escasa (0-4%) de tejido cicatrizal. Finalmente, en los rebajes con tirasavia dejando muñón morera evidencia falta de cicatrización en la totalidad de los cortes y fresno europeo presenta alta frecuencia de cortes con escasa cicatrización, acompañada por heridas que muestran presencia elevada de tejido cicatrizal en su circunferencia. De lo observado en ambas Figuras surge que, en general, fresno europeo presenta en todas las categorías de tipos de corte una frecuencia variable pero importante de porcentaje de circunferencia cubierta por tejido cicatrizal, mientras que en Morera en la categorías 3,4 y 5 la cicatrización es muy escasa.

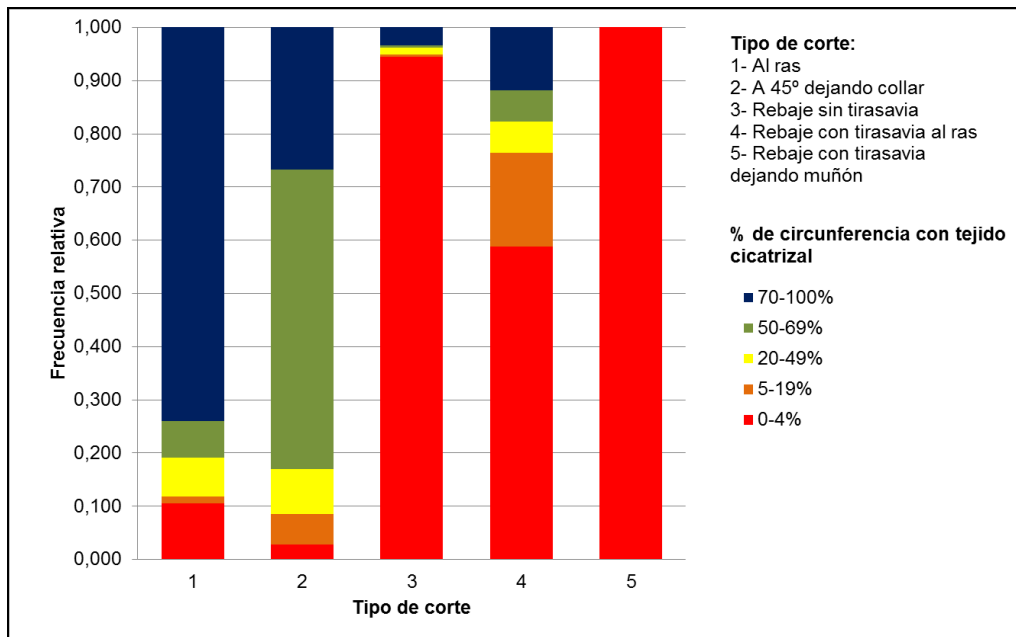


Figura 32: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de la circunferencia de heridas con presencia de tejido cicatrizal en función del tipo de corte en morera.

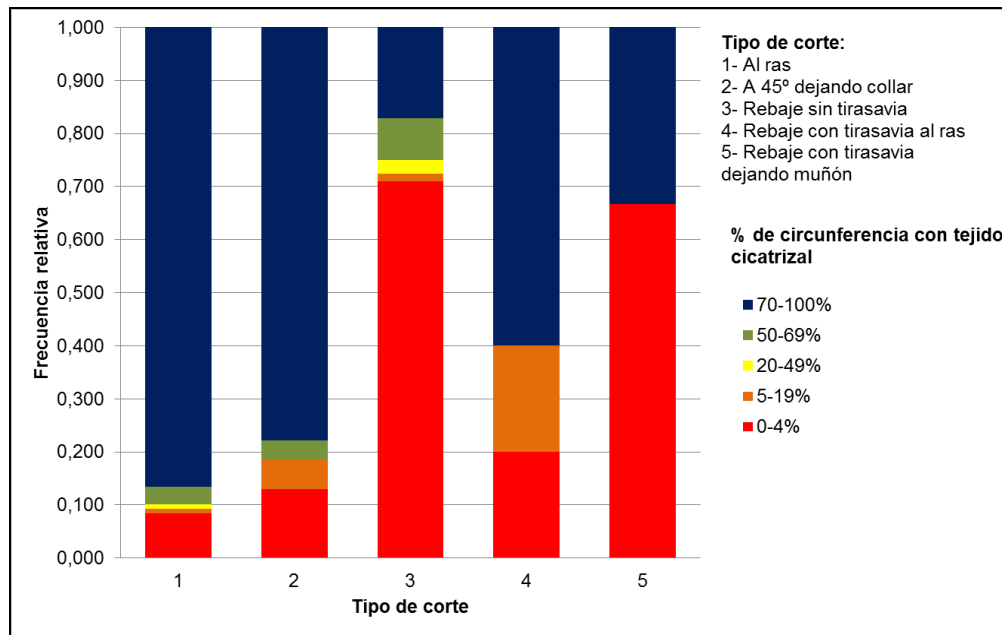


Figura 33: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de la circunferencia de heridas con presencia de tejido cicatrizal en función del tipo de corte en fresno europeo.

Las Figuras 34 y 35 demuestran que, en cortes efectuados al ras del tronco, morera muestra heridas con cicatrización nula o escasa más frecuente que fresno europeo mientras que fresno europeo presenta heridas con elevada superficie de corte cubierta por tejido de cicatrización con mayor frecuencia que morera. En cortes realizados a 45° dejando el collar de la rama, fresno europeo tiene frecuencia más alta de heridas con elevada cicatrización que morera; no obstante, morera presenta gran cantidad de cortes con cicatrización discreta; finalmente, ambas especies muestran frecuencias similares de heridas con nula o escasa cobertura de la superficie de corte con tejido cicatrizal. En los rebajes sin tirasavia es notable la nula o escasa cicatrización de heridas en las dos especies, aunque en morera la frecuencia es mayor. En rebajes con tirasavia al ras, fresno europeo presenta nula o escasa cicatrización en la totalidad de las heridas, mientras que morera muestra una frecuencia alta de cortes con nula o escasa cicatrización, acompañada con una frecuencia muy baja de cortes con cicatrización discreta. Por último, en los rebajes con tirasavia dejando muñón ambas especies evidencian la totalidad de las heridas con nula o escasa cicatrización.

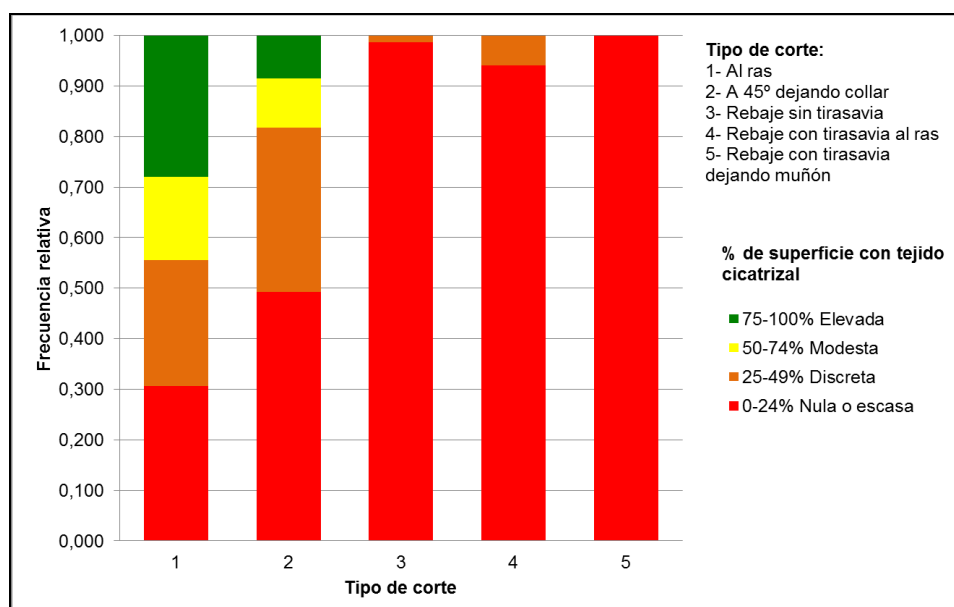


Figura 34: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de cobertura de la superficie de heridas con tejido cicatrizal en función del tipo de corte en morera.

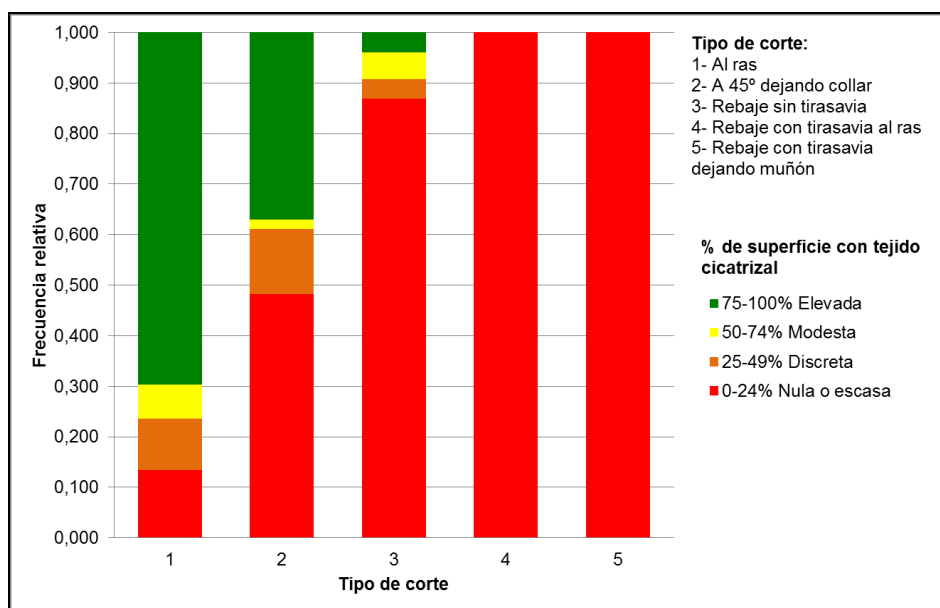


Figura 35: Distribución de frecuencias relativas del porcentaje de cobertura de la superficie de heridas con tejido cicatrizal en función del tipo de corte en fresno europeo.

Finalmente, es importante remarcar que en morera los cortes de grandes dimensiones (comprendidos en las categorías de 10 a 15 cm o mayores a 15 cm) son más frecuentes que en fresno europeo, mientras que en esta última especie se encontraron mayor cantidad de cortes inferiores a 5 cm (Tabla 11).

Tabla 11: Distribución porcentual (%) de los diámetros de cortes de poda según especie.

Especie	Diámetros de cortes			
	< 5 cm	5-10 cm	10-15 cm	>15 cm
Morera	39,66	46,35	11,20	2,80
Fresno europeo	54,86	36,58	7,00	1,56

De las observaciones anteriores se desprende que fresno europeo presenta una mejor capacidad de cicatrización de heridas de poda que morera. Sin embargo hay que tener en cuenta que los ejemplares de morera presentaban mayor cantidad de cortes de poda que los de fresno europeo (Tabla 4), a lo cual se suma que los cortes son en general de mayor diámetro (Tabla 11), circunstancias que dificultan la cicatrización como ha sido citado por varios autores (Gil-Albert, 2008; Pérez, 2013).

3.5. Comunidades de microorganismos presentes en las heridas de poda en distinto grado de degradación

Luego de efectuar análisis macro y microscópicos de los microorganismos desarrollados en los aislamientos de la madera expuesta de las heridas de poda, se determinaron sus identidades. Los microorganismos hallados fueron de la división Deuteromycota u hongos Mitospóricos, géneros *Alternaria* y *Drechslera* y de la división Basidiomycota. Dentro de los microorganismos identificados en el género *Alternaria* se encontraron tres aislados diferentes:

- El aislado nombrado como *Alternaria* Colonia A manifestaba colonias grises con zonas blancas, de aspecto algodonoso y forma circular, de crecimiento rápido (Figura 36). En las observaciones microscópicas presentaba conidios obclavados, pardos, generalmente solitarios o en cadenas cortas, sin ornamentación, con septos transversales y longitudinales (dictiosporas) cuyas dimensiones oscilaban entre 6,37 a 27,05 x 0,22 a 12,06 μm (Figura 37), con conidióforos simples, de color marrón pálido (Figura 38).



Figura 36: Colonia del aislado identificado como *Alternaria* Colonia A.



Figura 37: Espora del aislado identificado como *Alternaria* Colonia A (3200x).



Figura 38: Conidióforo sosteniendo esporas del aislado identificado como *Alternaria* Colonia A (3200x).

- El aislado referido como *Alternaria* Colonia B presentaba colonias verde oliva rodeadas por un fino anillo de color blanco, de aspecto plano y forma circular, de crecimiento rápido (Figura 39). En las observaciones microscópicas mostraba conidios obclavados con picos cortos, pardos, solitarios, con ornamentación, con septos transversales y longitudinales (dictiosporas) cuyas dimensiones oscilaban entre 10,79 a 38,58 x 6,91 a 15,81 μm (Figura 40).

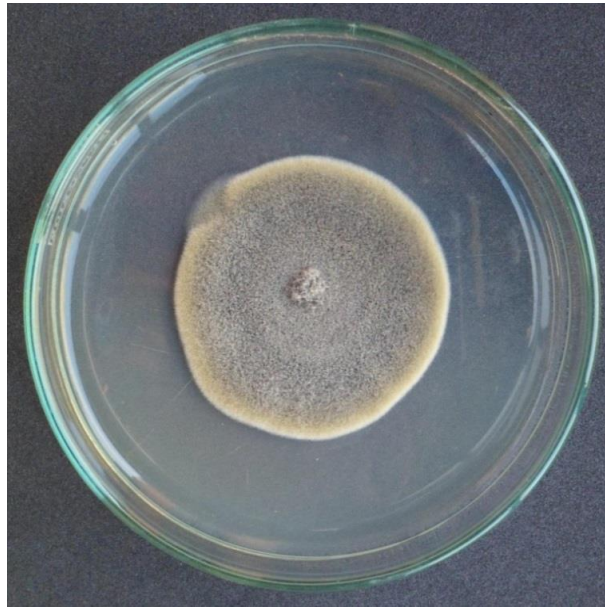


Figura 39: Colonia del aislado identificado como *Alternaria* Colonia B.

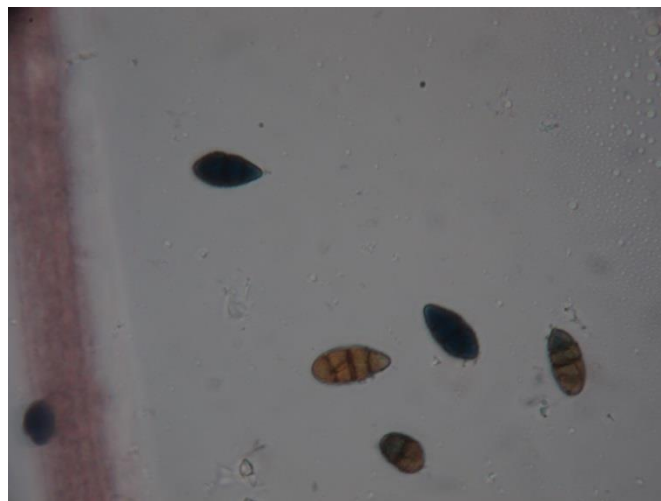


Figura 40: Esporas del aislado identificado como *Alternaria* Colonia B (3200x).

- El aislado denominado como *Alternaria* Colonia C mostraba colonias grises, de aspecto plano con zonas más globosas y algodonosas y forma circular, de crecimiento más lento que las anteriores (Figura 41). En las observaciones microscópicas presentaba conidios obclavados, pardos, solitarios, sin ornamentación, con

septos transversales y longitudinales (dictiosporas) cuyas dimensiones oscilaban entre 9,19 a 36,04 x 5,36 a 12,42 μm (Figura 42).

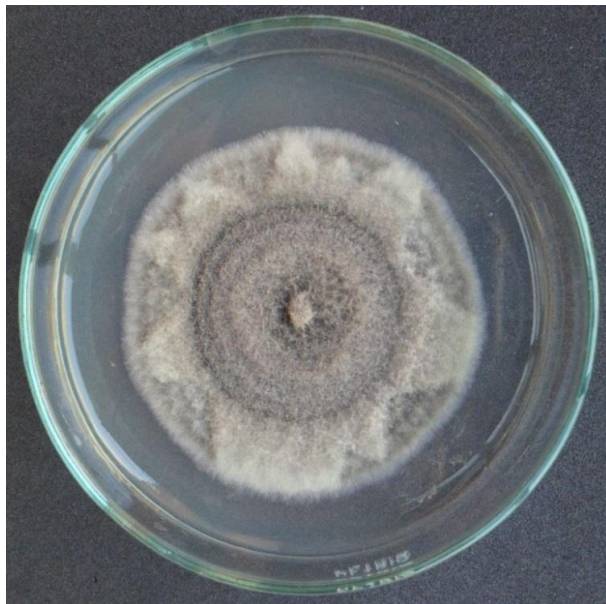


Figura 41: Colonia del aislado identificado como *Alternaria* Colonia C.

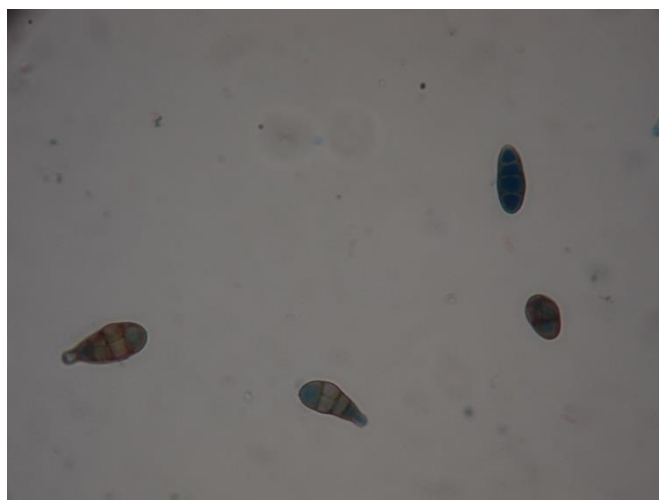


Figura 42: Esporas del aislado identificado como *Alternaria* Colonia C (3200x).

Dentro del género *Drechslera* se encontró solamente un aislado:

- El aislado identificado como *Drechslera* Colonia D presentaba colonias grises oscuras con borde blanco, de aspecto globoso y forma irregular (Figura 43). En las observaciones microscópicas mostraba conidios elípticos, pardos, solitarios, sin ornamentación, con paredes gruesas, generalmente con tres septos transversales, cuyas dimensiones oscilaban entre 7,27 a 26,93 x 6,14 a 10,52 μm (Figura 44), con conidióforos simples, geniculados, de color marrón pálido (Figura 45). Estas características coinciden con las reportadas por Ellis (1971) para el género *Drechslera*.

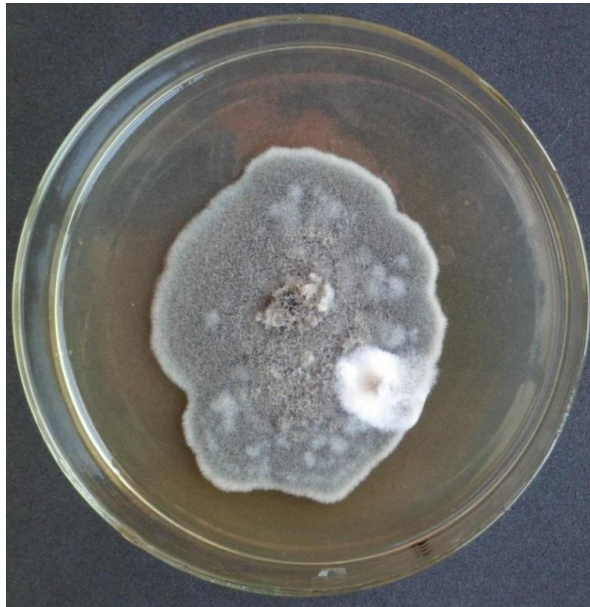


Figura 43: Colonia del aislado identificado como *Drechslera* Colonia D.

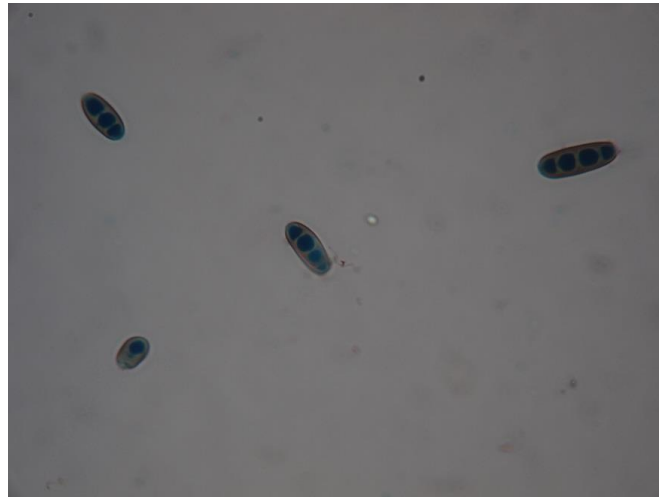


Figura 44: Esporas del aislado identificado como *Drechslera* Colonia D (3200x).

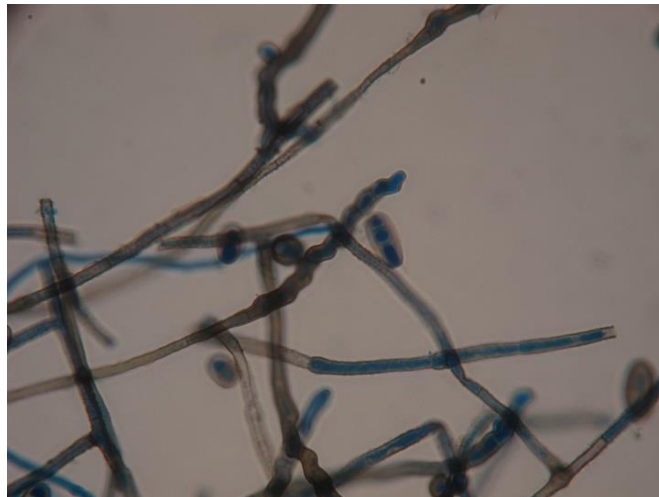


Figura 45: Conidióforo del aislado identificado como *Drechslera* Colonia D (3200x).

Las colonias identificadas como Basidiomycetes Colonia E fueron incluidas dentro de la división Basidiomycota debido a que presentaban uniones en hebilla, característico de este grupo de microorganismos (Figura 47). No se observó en ningún momento fructificación asexual, ni sexual. No fue posible realizar cultivos especiales para la identificación del género.

Las colonias eran blancas, de aspecto plano y forma circular, de crecimiento lento (Figura 46).

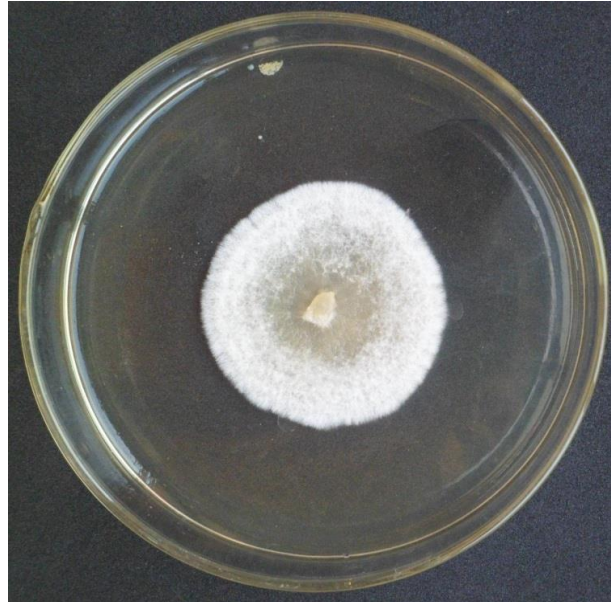


Figura 46: Colonia del aislado identificado como Basidiomycetes Colonia E.

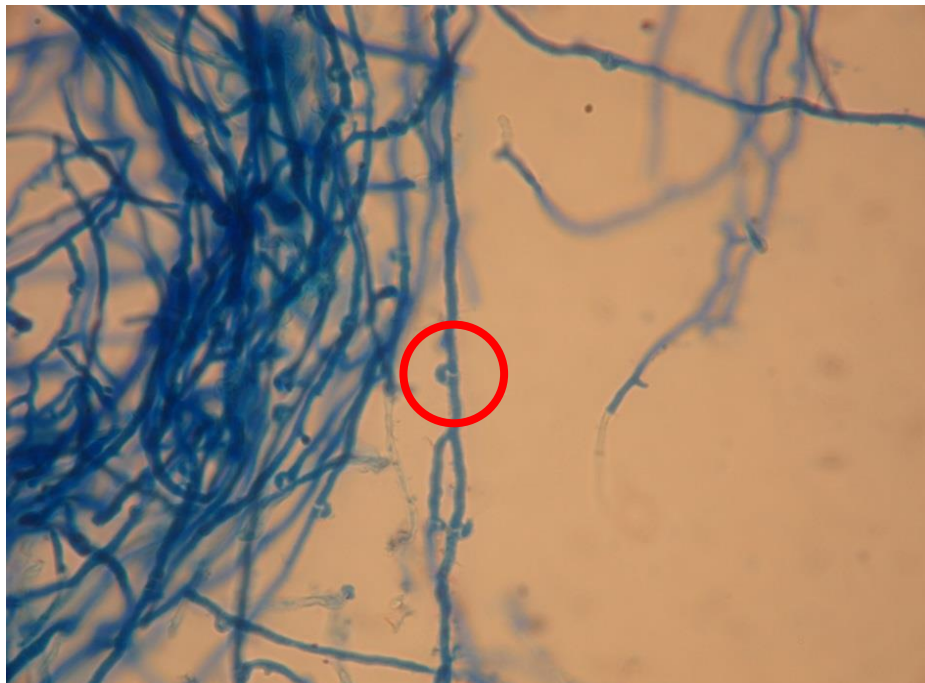


Figura 47: Uniones en hebilla del aislado identificado como Basidiomycetes Colonia E (3200x).

La frecuencia de aparición observada de cada microorganismo hallado, según la degradación de la madera y la especie vegetal, se muestra en las Figuras 48 y 49.

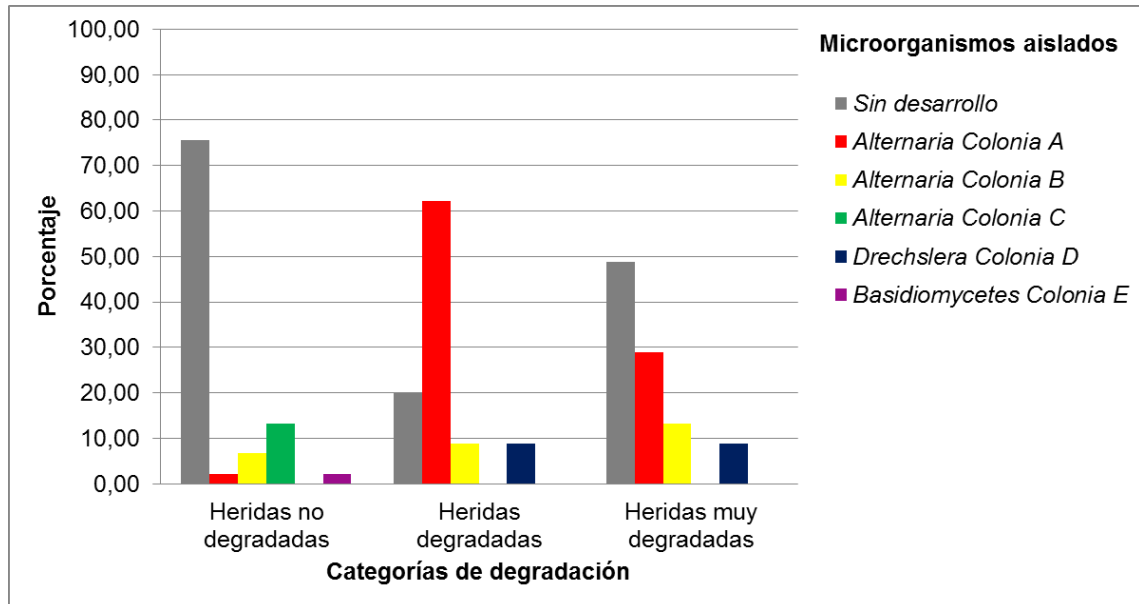


Figura 48: Porcentaje de aparición de los microorganismos aislados en heridas de poda según su estado de degradación en morera.

La Figura 48 muestra que en las heridas no degradadas de morera el 76% de los aislamientos no presentó desarrollo de colonias. La aparición de microorganismos fue escasa, predominando *Alternaria* Colonia C, acompañada en bajos porcentajes por *Alternaria* Colonia B, *Alternaria* Colonia A y *Basidiomycetes* Colonia E. En las heridas degradadas hubo mayor desarrollo de colonias, con alta predominancia de *Alternaria* Colonia A, que se presentó en el 62% de los aislados, mientras que *Alternaria* Colonia B y *Drechslera* Colonia D exhibieron menor frecuencia de aparición. En las heridas muy degradadas se desarrollaron *Alternaria* Colonia A y, en menor medida, *Alternaria* Colonia B y *Drechslera* Colonia D.

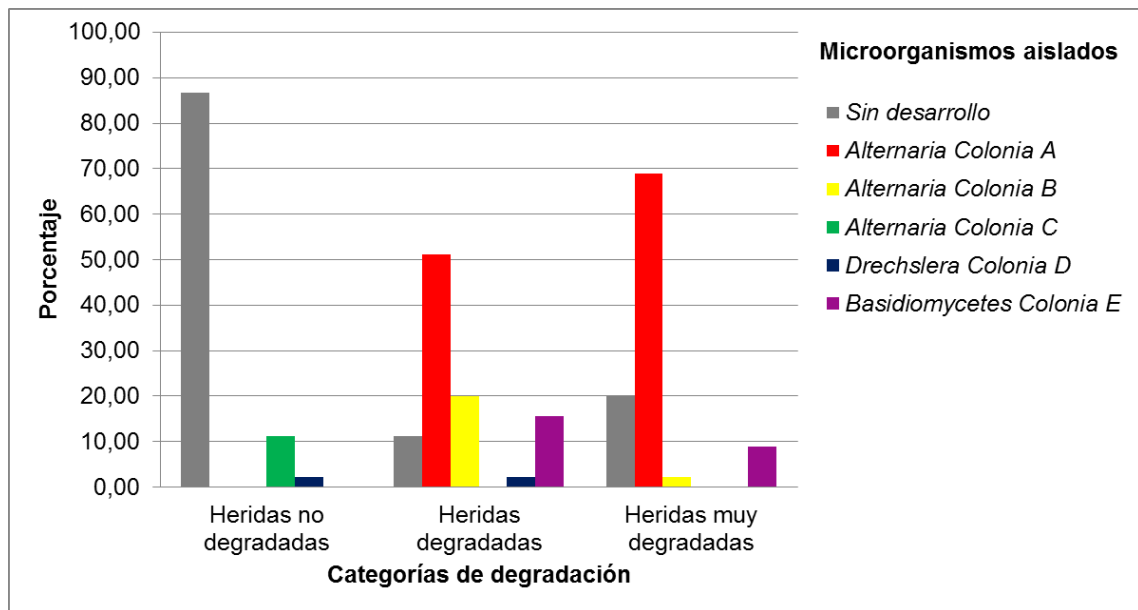


Figura 49: Porcentaje de aparición de los microorganismos aislados en heridas de poda según su estado de degradación en fresno europeo.

En las heridas no degradadas de fresno europeo el 87% de los aislamientos no evidenció desarrollo de colonias, mientras que *Alternaria* Colonia C y *Drechslera* Colonia D se presentaron con muy baja frecuencia. En las heridas degradadas *Alternaria* Colonia A se desarrolló en el 51% de los aislados, acompañada en menor porcentaje por *Alternaria* Colonia B y *Basidiomycetes* Colonia E; *Drechslera* Colonia D se presentó con muy baja frecuencia. En las heridas muy degradadas *Alternaria* Colonia A se presentó en el 69% de los casos y existió desarrollo de *Basidiomycetes* Colonia E y de *Alternaria* Colonia B con frecuencias muy bajas (Figura 49).

Al realizar una comparación entre ambas especies vegetales se denota la presencia de hongos del género *Alternaria* en las heridas degradadas y muy degradadas, aunque *Alternaria* Colonia C sólo se encuentra en heridas no degradadas; *Basidiomycetes* Colonia E se presenta con mayor frecuencia en fresno europeo, mientras que es muy difícil hallarlo en morera.

Asimismo, se observa que en las heridas no degradadas la presencia de hongos es menor que en los cortes que muestran algún grado de degradación. Además, los microorganismos encontrados varían en especie y número según el estado de degradación de la herida, demostrando diferencias en la composición de las comunidades que siguen un proceso de sucesión conforme avanza la degradación de la madera, tal como lo expresan Anselmi y Govi (1996) al proponer que la superación de las diversas barreras de defensa activas y pasivas puestas en funcionamiento por la planta parece producirse por la acción de un grupo de microorganismos que trabajan en sucesión, en el espacio y en el tiempo.

Clubbe (1980) encontró también que en la colonización de heridas, en la sucesión de los primeros hongos de pudrición blanda, se hallaba a *Phialophora* spp., *Trichocladium opacum*, *Humicola* y *Drechslera dematioides*.

Finalmente se puede destacar que en morera los hongos de la división Basidiomycota, agentes de caries, se desarrollaron en heridas no degradadas, mientras que en fresno europeo lo hicieron en 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 (Anselmi y Govi, 1996), 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.

4. CONCLUSIONES

La poda es una intervención que elimina partes de los árboles en donde se almacenan reservas que le permiten sobreponerse a los eventos estresantes que enfrenta; por ello, cuanto más agresiva sea, más se expone a las plantas al debilitamiento, dejándolas vulnerables frente a las agresiones tan particulares a las que son sometidas en la ciudad. En consecuencia, es de fundamental importancia realizarla de forma correcta, en el momento adecuado y con el máximo cuidado hacia los árboles.

En este sentido y en atención a los resultados obtenidos puede concluirse que en el distrito de Dorrego la poda no siempre es la adecuada. Si bien los cortes a 45° y respetando el collar de la rama deberían ser los más frecuentes, no es lo que ocurre; los rebajes sin tirasavia no tendrían que efectuarse en ningún caso, pero son comunes en ambas especies estudiadas. Los cortes al ras son los más realizados a pesar de que la bibliografía expresa que no deberían ejecutarse de ese modo.

Respecto a este último tipo de corte cabe aclarar que en este estudio se observó buena cicatrización de los cortes realizados al ras del tronco a pesar de que la bibliografía expresa que las heridas producidas por estos cortes no cicatrizan. A pesar de ello, es de importancia conservar el collar de la rama para favorecer la defensa del árbol, por lo cual se recomienda corregir las prácticas de poda efectuando cortes adecuados: a 45° dejando el collar de la rama en las podas de eliminación de ramas y con tirasavia al ras (sin dejar muñón) en las podas de rebaje.

Además es de destacar que se efectúa un elevado número de cortes en los distintos ejemplares. Si bien actualmente muchos de ellos son cicatrizados por las plantas a expensas de sus reservas, esto traerá aparejado un debilitamiento paulatino de los individuos que, en años sucesivos, no serán capaces de cicatrizar aun heridas pequeñas.

Un aspecto positivo de la poda efectuada en Dorrego es que la mayoría de los cortes se realizan de manera “limpia”, sin desgarrar la corteza y sin dejar astillas, lo cual contribuye a reducir el riesgo de ataques parasitarios.

Asimismo, es necesario priorizar las podas de formación en las etapas tempranas de desarrollo de los árboles, eliminando ramas con diámetros menores a 5 cm para favorecer la rápida cicatrización. La eliminación de ramas añosas tiene que efectuarse en situaciones excepcionales, evitando de este modo la generación de grandes heridas sin ocluir que pueden verse con frecuencia en los árboles de Dorrego.

La mínima intervención y la eliminación de ramas de pequeño diámetro permiten a los árboles cicatrizar las heridas y protegerse de los microorganismos que degradan la madera, afectando su estructura y función. Las heridas sin cicatrizar o con escasa cicatrización muestran en general tejidos degradados en distinto grado producto del desarrollo de caries de la madera. Es fundamental evitar la generación y avance de estos procesos de degradación si se pretende que el arbolado perdure en el tiempo.

Las caries de la madera se generan debido a la acción de un conjunto de microorganismos que se suceden en el tiempo y en el espacio. Los hongos del género *Alternaria* son muy importantes en los procesos de degradación de la madera expuesta en las heridas de poda. La presencia de Basidiomycetes en heridas con signos de degradación demuestra su significancia como agentes de caries. La menor presencia de ellos en heridas muy degradadas con respecto a las degradadas se debió posiblemente a un desplazamiento sufrido por hongos saprófitos en la zona más externa de los cortes. Cabe destacar, como ya se ha mencionado, que el medio utilizado para el aislamiento de hongos fue selectivo para Basidiomycetes, lo cual condicionó el desarrollo de otros microorganismos que pueden encontrarse en heridas con procesos de degradación.

Para concluir se destaca que la contribución que el arbolado urbano hace a los habitantes de Dorrego y de Mendoza en general es incalculable y fundamental. Su presencia ha modificado el entorno de las ciudades aumentando la calidad de vida. Sin embargo, la situación de los árboles en la ciudad se ha agravado en los últimos años y continuará agravándose si no se aplican medidas de gestión adecuadas. La poda es tan sólo uno de los aspectos que hay que atender, evaluar, corregir y modificar si se desea contar con un arbolado saludable, seguro y funcional. El compromiso de los funcionarios municipales y de cualquier ciudadano en el cuidado de los árboles es una obligación ineludible que permitirá sostener este recurso que tantos beneficios aporta.

5. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo agradecer a la Dra. Gabriela Lucero que, como directora de esta tesis, me ha orientado, acompañado y corregido con una dedicación, interés y entrega que han sobrepasado todas las expectativas que, como estudiante, deposité en su persona. En segundo lugar, a la Lic. Joana Boiteux por prestar su ayuda desinteresada, enseñando y acompañándome en este trabajo. Asimismo, quiero hacer llegar mi agradecimiento a todos los profesores que, a lo largo de la Carrera, me han enseñado mucho más que conocimientos teóricos y que, sin duda, han sido partícipes de este logro personal. Finalmente, doy gracias a mi familia, amigos y allegados, que han sido mi sostén durante todo este camino.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anselmi, N. y Govi, G. 1996. Patología del legno. Edagricole. Bologna. 397 págs.
- Anselmi, N. y Vannini, A. 1996. Danni da inquinanti ambientali sulle alberate e sui parchi urbani. *Acer* 2. Pág: a18-a23.
- Bochaca, F. 2005. El verde en la estructura urbana de Mendoza. *ARQ* (Santiago), (60), Pág: 68-71. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962005006000013&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0717-69962005006000013.
- Carrieri, S. 2005. La problemática del arbolado urbano en Mendoza. Cátedra de Espacios Verdes. FCA-UNCuyo. 9 págs.
- Carter, J. 1993. The potential of urban forestry in developing countries: a concept paper. FAO. Roma. 32 págs.
- 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.
- Ellis, M. 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Commonwealth Agricultural Bureaux. Surrey. 608 págs.
- Fernández, L. 2010. Caso de estudio. Adaptación al cambio climático en las obras de infraestructura de riego de la provincia de Mendoza. Proyecto "Evaluación del componente de adaptación al cambio climático en obras de infraestructura". WETLANDS INTERNATIONAL. Fundación Humedales.

- Gaffuri, I. 2009. Gobierno y municipios realizarán un censo del arbolado público. Diario MDZ. <http://www.mdzol.com/nota/114797/>
- Gil-Albert, F. 2008. Las podas de las especies arbóreas ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. 2ª edición. Madrid. 263 págs.
- Goidànich, G. 1994. Manuale di Patologia Vegetale. Volume II. Edagricole. Edizioni Agricole. Bologna. 1283 págs.
- Lell, J. 2006. Arbolado urbano: implantación y cuidados de árboles para veredas. Orientación gráfica editora. 1ª edición. Buenos Aires. 208 págs.
- Ledesma, M. 2008. Arbolado público: Conceptos. Manejo. Ediciones INTA. Córdoba. 75 págs.
- Lucero, G.; Pizzuolo, P.; Hapon, M. V. y Ortega, A. 2010. Influencia de factores de origen antrópico en el decaimiento del arbolado urbano. 2º Jornadas Regionales de Ecología Urbana- Verde Urbano. Mendoza 13 y 14 de setiembre de 2010.
- Michau, E. 1987. La poda de los árboles ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 316 págs.
- Molina, P. 2013. Secretaría de Ambiente aconseja sobre el cuidado del arbolado público de Mendoza. Diario Aconcagua.com.
http://www.diarioaconcagua.com.ar/index.php?option=com_k2&view=item&id=5387:secretar%C3%ADa-de-ambiente-aconseja-sobre-el-cuidado-del-arbolado-p%C3%BAblico-de-mendoza&Itemid=8
- 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 Guaymallén. 2014. El departamento/Datos poblacionales. <http://www.guaymallen.mendoza.gov.ar/paginas/eldepartamento/datosPoblacionales.php>

Parisini, M. y Antonini, E. 2001. La potatura degli alberi ornamentali. Giardini. <http://www.trafioriepiante.it/VitaAlberi/PotaturaAlberiOrnamentali.htm>

Pérez, F. 2013. Capacitación en poda y conducción de árboles para uso urbano. Programa de Arbolado Público Provincial. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires.

Ponce Donoso, M. y Piedrahita, P. 2009. Valoración económica del arbolado urbano en 28 comunas de Chile. Quebracho. Revista de Ciencias Forestales. 17 (1-2). Pág: 88-100.

Rocco, E. 2009. Indagini sugli endofiti patogeni in materiale vivaistico di piante forestali ornamentali e sulle misure per ridurre l'azione sulle crisi da trapianto. Tesis Doctoral Facoltà di Agraria. Università degli Studi della Tuscia. Viterbo, Italia. 123 págs.