

3.2. Medición de copas y raíces

3.2.1 La Copa

La copa del árbol es el órgano que sostiene el tejido fotosintético, absorbiendo y utilizando la energía radiante en el proceso diario de vida. Una de sus funciones principales es la organización de la posición del área de la corriente fotosintética, además de proveer de renuevos de esta. Por lo que se debiera esperar que árboles que presentan copas de gran tamaño crecerán más rápido que otros de la misma especie con copas menores.

De hecho, la mayoría de los parámetros de tamaño del árbol y la razón de crecimiento de este se encuentran altamente correlacionados, por ejemplo, diámetro, altura, tamaño de copa, volumen fustal, etc.

Las dimensiones de copas más comúnmente usadas en mediciones de árboles y cosecha son:

- diámetro de copa (K) y área de copa
- espesor o largo de copa
- altura de copa (hasta la rama verde más baja o hasta el verticilo completo de ramas inferior)
- la razón entre el diámetro de copa (K) y el diámetro fustal (d), por ejemplo K/d
- superficie de área de copa
- volumen de la copa

Diámetro de copa (K)

La tarea de estimar la proyección vertical de la copa es relativamente complejo, tal como estimar el área cruzada del fuste a la altura del pecho. Las formas de copas son generalmente irregulares y las ramas de los árboles vecinos se entrecruzan, por lo que su medición se complica.

Tal como los fustes, el área de copa puede ser estimado asumiendo que es equivalente al área de una circunferencia definido por algún promedio del diámetro de copa. Este promedio puede ser calculado de diferentes maneras, por ejemplo:

- promedio entre diámetro máximo y mínimo
- promedio entre el doble del radio máximo y mínimo desde el centro del fuste a la periferia de la copa
- promedio entre el diámetro máximo y el diámetro a los ángulos rectos del máximo
- un solo diámetro escogido al azar o sistemáticamente con referencia a lo que soporta un compás
- promedio entre dos diámetros en ángulos rectos, el primero escogido al azar o en una dirección predeterminada, por ejemplo, al lado norte o al lado del punto central

También, se pueden realizar mediciones a partir de fotografías aéreas, sin embargo, las proyecciones observadas en la fotografía y desde el suelo pueden no ser iguales debido al enmascaramiento por parte de las copas vecinas por encima o debajo. Medir diámetros de árboles individuales será imposible en fotografías de escala pequeñas, pero el tamaño promedio de la copa puede ser igualado contra una escala de círculos de varios diámetros, y de este modo estimar el diámetro promedio de copa.

Ancho de copa y Altura de copa

Estos parámetros son normalmente medidos en plantaciones mediante un hipsómetro y difieren si son coníferas o latifoliadas. En la mayoría de definiciones el ancho de copa es la distancia vertical del punto más alto de crecimiento al punto inferior de follaje vivo de la copa. Para coníferas el verticilo completo más bajo de ramas vivases usado para definir el margen inferior de la copa. La altura de copas es definido como la distancia vertical del margen inferior de la copa al nivel del suelo.

La razón K/d

Los autores coinciden que los diámetro de copa y el Dap están cercanamente correlacionadas para una especie dada y que una puede ser predicha partir de la otra de manera relativamente precisa. La razón K/d para cualquier especie, sitio, edad es un importante parámetro que refleja muchas características de la especie.

Área de superficie de copas

Usualmente la copa ha sido modelada como un cono cuya área de superficie está dada por la fórmula:

$$A_c = \frac{\pi \cdot d_b \cdot L}{2}$$

donde A_c = área de la superficie de la copa, m²
 d_b = diámetro de la base de la copa, m
 L = largo del margen de la copa, m

Volumen de la copa

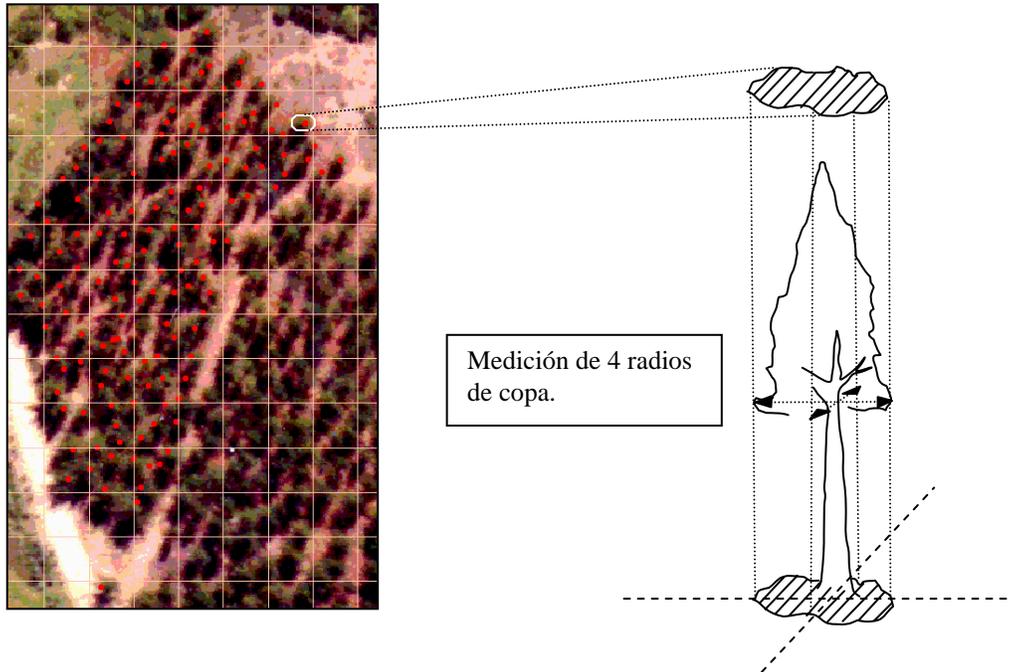
El volumen de copa de coníferas y caducifolias jóvenes (especialmente *Eucalyptus*) es estimado usando el modelo de un cono:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d_b^2 \cdot H_c}{12}$$

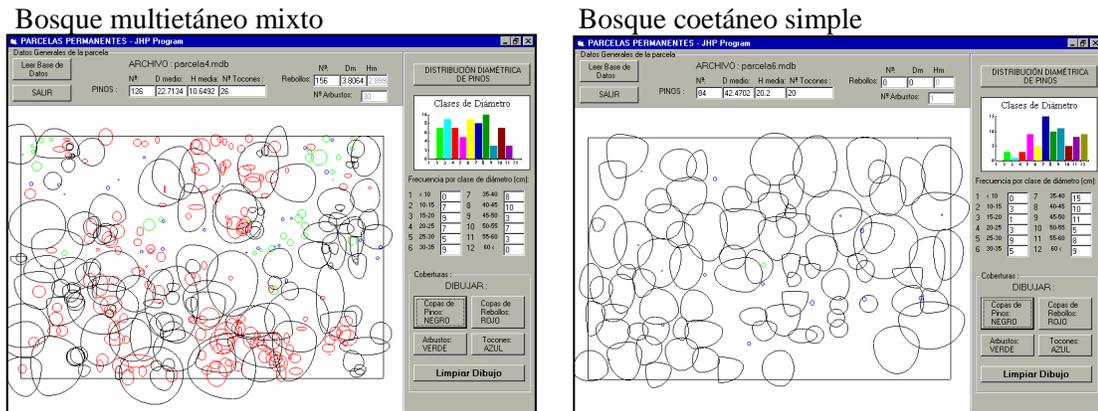
donde V_c = Volumen de la copa, m³
 d_b = diámetro en la base de la copa, m
 h_c = ancho de copa, m

Estudios de casos

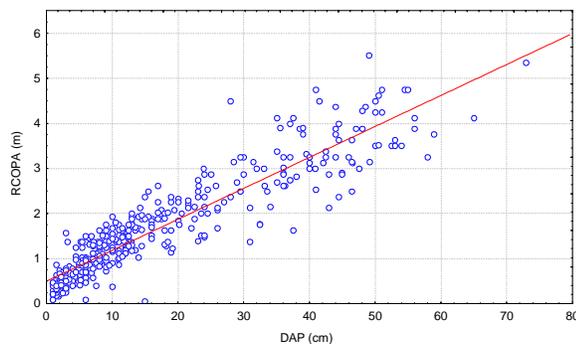
- a) Medición de copas de pino insigne para validar modelos de estimación de dendrométricos usando imágenes aéreas digitales (Predio Pantanillos, VII Región).



- b) Medición de copas en rodales de pino silvestre para comparación de estructuras de desarrollo (Sierra de Madrid, España).



Relación entre el Dap y el Radio Medio de Copa
Pino silvestre



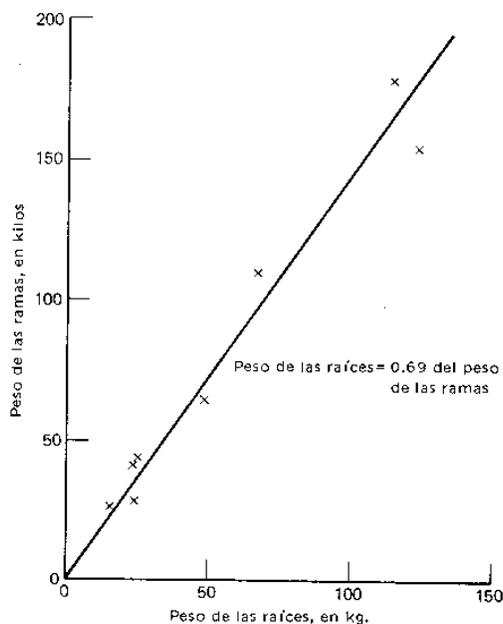
3.2.2. Las Raíces

Forma y extensión de las raíces

El modelo de desarrollo, profundidad y extensión de las raíces, de un árbol en particular, se ven afectados por la textura del suelo, su compactación, la humedad disponible, las capas obstructoras y la nutrición. Además, la densidad del rodal y la competencia entre árboles también tiene un efecto importante sobre la extensión de las raíces laterales.

Para comenzar, se puede establecer que en general existe una relación lineal entre el peso de las raíces y el peso de las ramas. El siguiente gráfico muestra dicha relación para árboles de 18 años de edad de

Pinus radiata:



En general, las raíces pueden ser caracterizadas en función de:

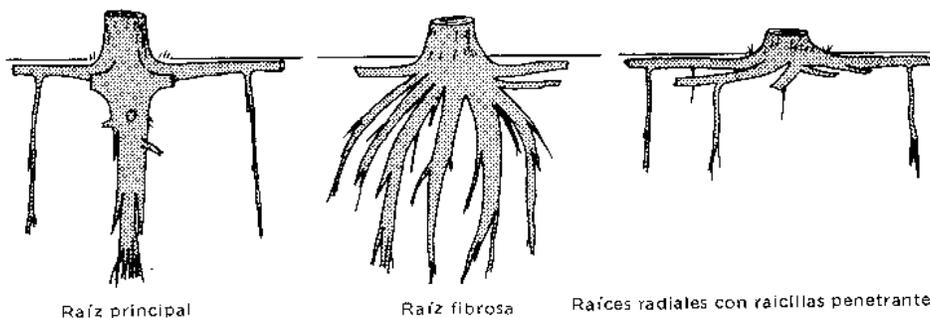
- hábito de arraigamiento, el cual se relaciona con la dirección morfológica y distribución de las raíces estructurales más grandes.
- Intensidad de la raíz, la cual se refiere a la forma, distribución y número de raíces pequeñas.

Tipo de arraigamiento

Raíces axonomorfas: Corresponden a árboles con una raíz principal con un fuerte crecimiento hacia abajo, la cual puede tener cierta ramificación. Típica de los géneros *Carya*, *Juglans*, *Quercus*, *Pinus* y *Abies*.

Raíces fibrosas: Se ramifican diagonalmente desde la base del árbol, sin una raíz principal definida, lo cual es característico de árboles de los géneros *Larix*, *Betula*, *Carpinus* y *Tilia*.

Raíces radiadas: Son raíces poco profundas y caracterizadas por la presencia de fuertes ramificaciones laterales a partir de las cuales hay ramificaciones verticales que crecen directamente hacia abajo, como es el caso de los géneros *Populus*, *Fraxinus* y algunas *Piceas*.



Intensidad de las raíces

El volumen del sistema radical de la mayoría de los árboles se halla a menos de 1 m de la superficie del suelo, y la mayor parte de las raíces pequeñas se hallan antes de los 20 cm de profundidad.

El tipo de arraigamiento de un árbol puede determinar el volumen real del suelo que ocupa su sistema radicular, sin embargo, el número y distribución de las raíces pequeñas determina la intensidad con que se utiliza el volumen del suelo ocupado.

De esta forma se distinguen dos tipos de sistemas radiculares:

Intensivos: ocurren cuando un volumen relativamente pequeño de suelo es perforado por un gran número de raíces.

Extensivos: Ocurren cuando un volumen de suelo es ocupado por un número relativamente bajo de raíces.

Estudio de caso: Contribución de las raíces a la estabilidad de taludes (Nueva Zelanda)

En Nueva Zelanda se estudió el efecto de las raíces de *Pinus radiata* en taludes afectados por las lluvias, en condiciones de alta pendiente (Forest Research Institute, 1990). Los árboles contribuyen a la estabilidad de los taludes debido a su efecto sobre el agua del suelo y el refuerzo estructural de su sistema radicular. La manera en que la contribución se manifiesta depende de la edad del árbol, la morfología y densidad del sistema radicular. Existen tres mecanismos principales:

- Las raíces verticales que atraviesan la capa erosionable tienen un efecto de estabilización.
- El sistema de raíces de árboles provee de sostén lateral a la manta de suelo (usualmente ni mayor a 1 m).
- Las raíces estructurales y la raíz pivotante central tienden a actuar como “ancla” para la capa de suelo.

Para el estudio de la morfología del sistema radicular, se excavó el sistema radicular de 13 árboles de *Pinus radiata* en edades de 6, 16 y 25 años. Para ello se usó agua a presión como herramienta para separar el suelo de las raíces. La técnica funciona bien en pendiente debido a que permite que el suelo retirado con agua a presión (barro) fluya pendiente abajo. Bocas de diferente diámetro se usaron para rescatar raíces de diferentes diámetros basales. Lo anterior permitió “mapear” en tres dimensiones la posición de todas las raíces.



Builders' scaffolding is used to construct a platform above a root system for detailed mapping and description.

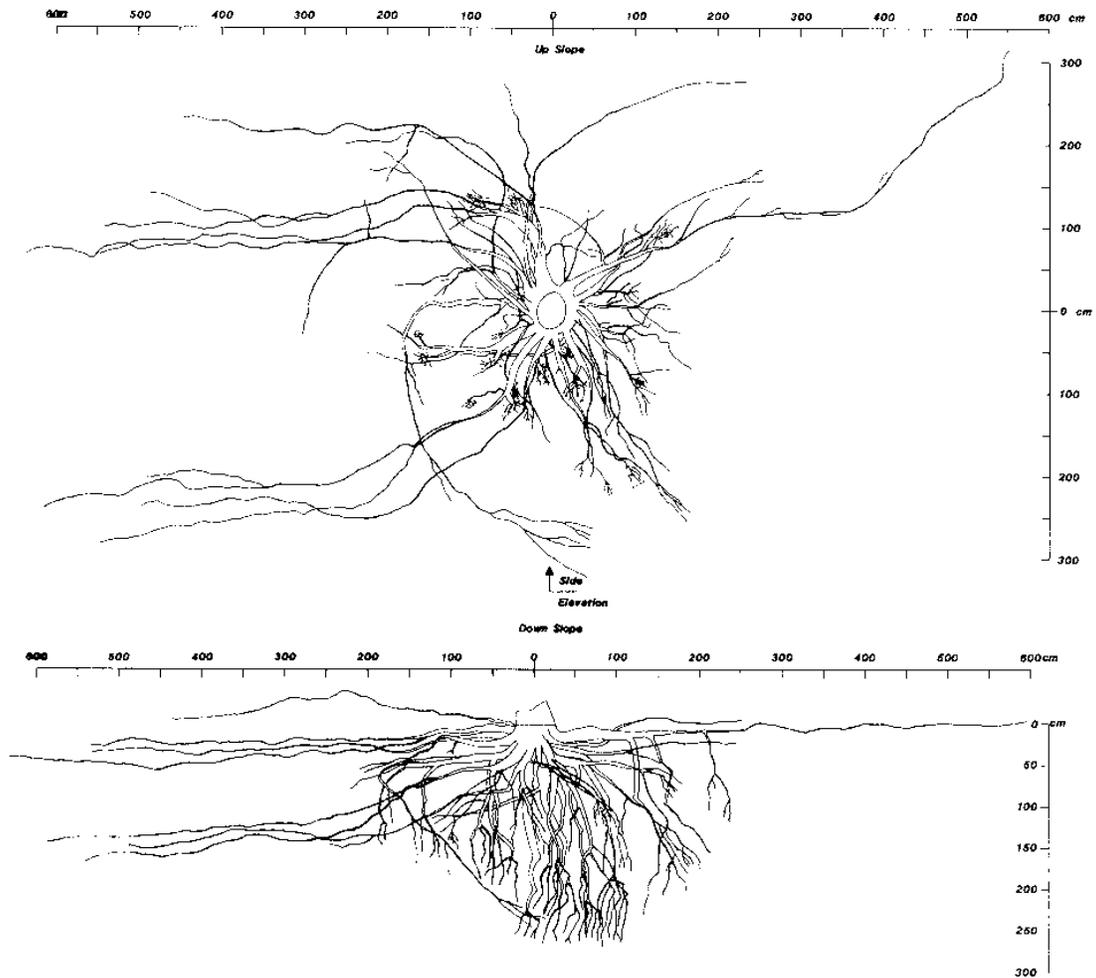


FIG.1 - Plan view and side elevation of root morphology of a 16-year-old radiata pine.

Referencias

- Forest Research Institute. 1990. Contribution of tree roots to slope stability. En: What's New in Forest Research, N° 196.
- Philip, M. 1998. Measuring Trees and Forest. CABI Publishing. 310 p.
- Pritchett, W. 1991. Suelos Forestales (2ª edición). Editorial Limusa. 634 p.