

CAPITULO 9: RELACIONES HIPSOMÉTRICAS.

9.1. Generalidades

Es la regresión de la altura sobre el diámetro en un rodal y en una determinada edad. Ella caracteriza los rodales forestales de diferentes categorías.

Su uso es muy importante en inventario forestal ya que el diámetro es de fácil medición, mientras que medir altura es una tarea bastante demorada. Por eso es usual medir todos los diámetros y sólo parte de las alturas e inferir o estimar el resto de ellas. En esta situación es necesario desarrollar primeramente la relación hipsométrica para el lugar donde está siendo realizado el inventario forestal. La altura resultante de la curva o de la ecuación h/d , representa un valor medio para cada clase diamétrica.

Es una opción de trabajo controvertido, pero de gran significado práctico a medida en que es utilizada. Es un aspecto importante a ser considerado en el sistema de recolección de informaciones, a medida en que, principalmente, en poblaciones con árboles de gran porte, la altura es una variable difícil de ser mensurable, implicando un mayor tiempo para su cuantificación, además de aumentar mucho el margen de error en la colección de esta información.

Su conocimiento es importante para formar surtidos de madera.

Con respecto específicamente a la relación altura (h) – diámetro (d), es decir, la relación hipsométrica, se puede considerar dos situaciones:

1. Rodales en sitios bien definidos, bien formados y manejados.

En esta situación se espera una correlación fuerte entre las dos variables, ya que habrá mayor homogeneidad en la población considerada, conforme muestra la figura 9.1 abajo.

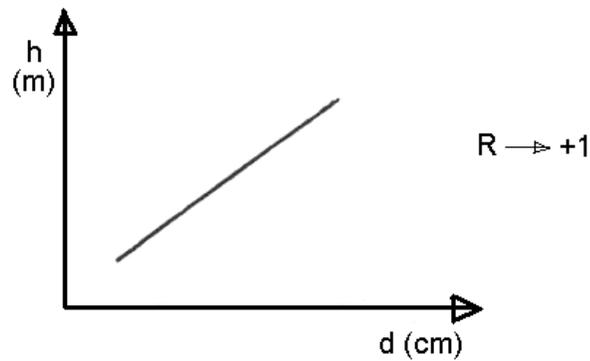


Figura. 9.1: Correlación altura diámetro en sitios bien definidos, bien formados y bien manejados

Rodales más viejos o mal formados, o mal manejados, o en sitios no muy bien definidos.

En este caso se espera una correlación débil entre el diámetro y la altura, ya que habrá una mayor heterogeneidad en la población considerada, según se muestra en la figura 9.2.

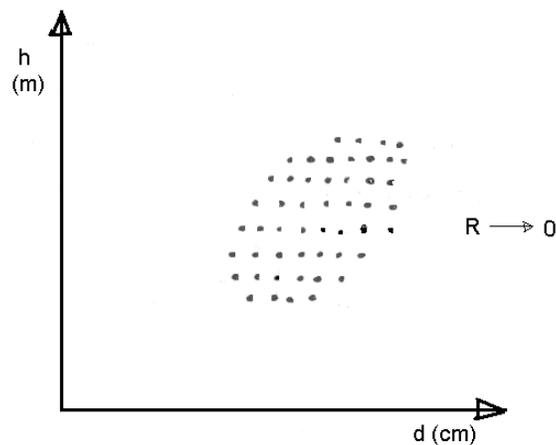


Figura. 9.2: Correlación altura diámetro en rodales viejos o mal formados, o mal manejados, o en sitios no muy bien definidos

De esta manera, cuanto mayor es la uniformidad de la población, mayor será la posibilidad de usarse la relación hipsométrica con éxito. Este camino es deseable

desde el punto de vista operacional, ya que implica una gran reducción del trabajo de campo. Para esto considere dos poblaciones conforme las representadas en las figuras 9.3 y 9.4, cada una de ellas constituidas por parcelas de 420 m² (Parcelas A) y 520 m² (Parcelas B) de 70 árboles respectivamente, de las cuales se miden las parcelas A y B.

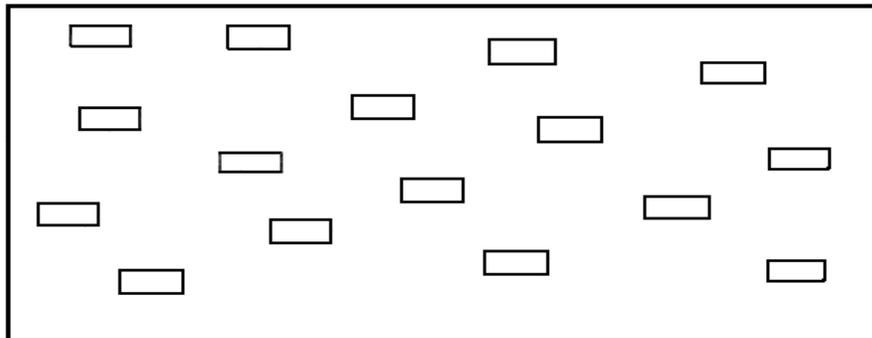


Figura 9.3: Población constituidas por parcelas de 420 m²

Considere que de la población representada en la figura 9.3 encima, se levantó, sólo con fines ilustrativos, una parcela A de 420 m² con 70 árboles. En este caso, para todos los árboles de la parcela se va a medir el diámetro y la altura total.

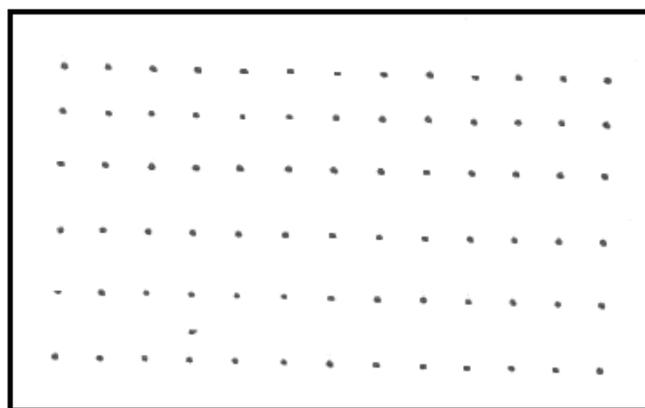


Figura 9.3 A: Parcela A de 420 m²

Considere ahora en la figura 9.4 siguiente, también sólo para fines ilustrativos una parcela B de 520 m² con 70 árboles. Pero en este caso se mide, por ejemplo, el

DAP y la altura total de los árboles de las dos primeras filas. Se ajusta a partir de los mismos una relación hipsométrica, a partir de la cual, se estima la altura de los demás árboles de la parcela, de los cuales se había medido solamente el diámetro.

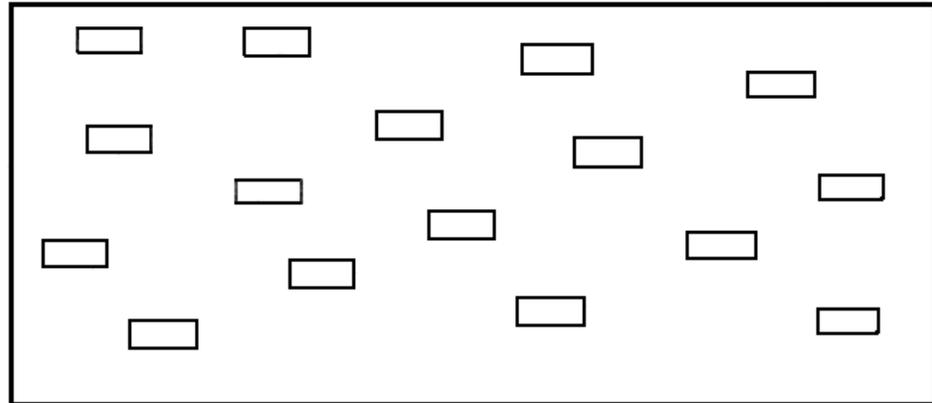


Fig. 9.4: Población constituida por parcelas de 520 m²

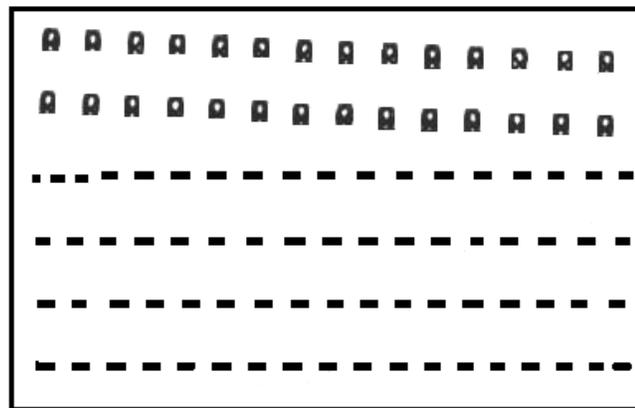


Figura 9.4 B: Parcela B de 520 m²

9.2. Características generales de las relaciones hipsométricas

En las curvas de las relaciones hipsométricas pueden presentarse según el caso las siguientes características:

- la curva de altura es empinada para rodales jóvenes y en clase de sitios buenos; sube suavemente en rodales viejos y sitios más pobres;

- el carácter de la curva de altura cambia mientras que el rodal es más viejo; la curva permanece irregular a medida que la edad aumenta;
- al cambio de la relación hipsométrica (h/d) se torna más pequeña encima de una cierta edad, que es una característica de la especie y sitio donde el crecimiento en altura es fuertemente reducido; y
- la curva de altura debe ser considerada como una curva general de crecimiento. Debe ser distinguida de la curva de crecimiento vertical, que considera la edad .

9.3. Factores que influyen en la relación hipsométrica

Entre los factores que tienen influencias en el comportamiento de la curva que caracteriza la relación hipsométrica están: la edad, la calidad de sitio, la densidad del rodal, la longitud de la copa de los árboles y la posición sociológica.

9.3.1. La edad del rodal

La edad afecta la relación hipsométrica y por tanto en inventarios sucesivos no se debe utilizar la misma relación, pero si, rehacerla a partir de nuevos datos.

En rodales que crecen muy rápidamente, tal vez este hecho se dé anualmente en la fase joven, ya que ahí es verificado el mayor incremento corriente anual en altura. Ya en la fase adulta el crecimiento en altura es más suave y por tanto no hay necesidad de rehacerse anualmente las curvas hipsométricas.

En la figura 9.5 (A, B y C) se ilustra el comportamiento de la curva altura (h) – diámetro (d) para varias fases de desarrollo de la población forestal.

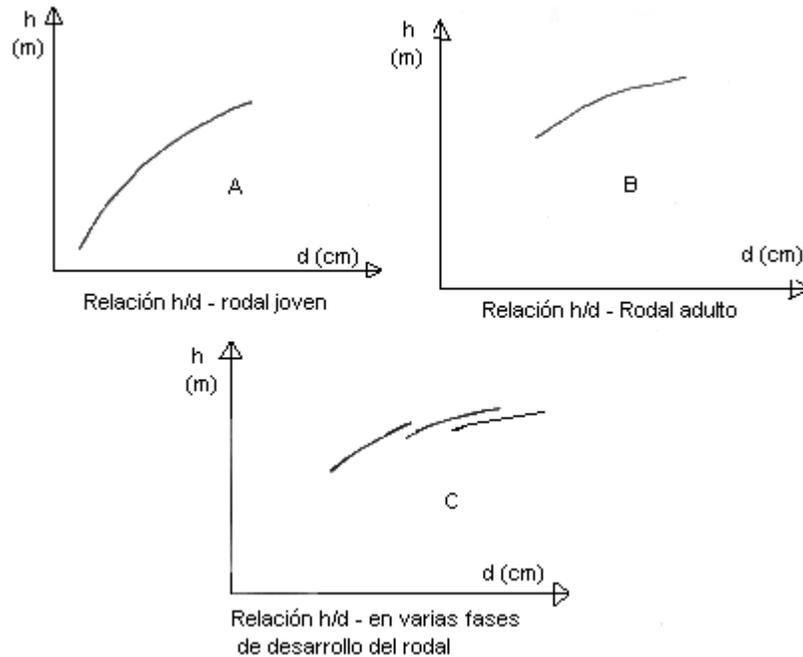


Figura 9.5: Relación altura (h) – diámetro (d) para diferentes fases de desarrollo de los rodales

Como la curva altura (h) – diámetro (d) cambia muy rápidamente en las edades más jóvenes es necesario tomar cuidado para no utilizar relaciones hipsométricas fuera del espectro real de datos.

9.3.2. La calidad de sitio del rodal

Las mismas consideraciones hechas para la edad son válidas para la calidad de sitio, o sea, en lugares más productivos la inclinación de la curva altura – diámetro es más acentuada que en lugares menos productivos, conforme se puede observar en la figura 9.6.

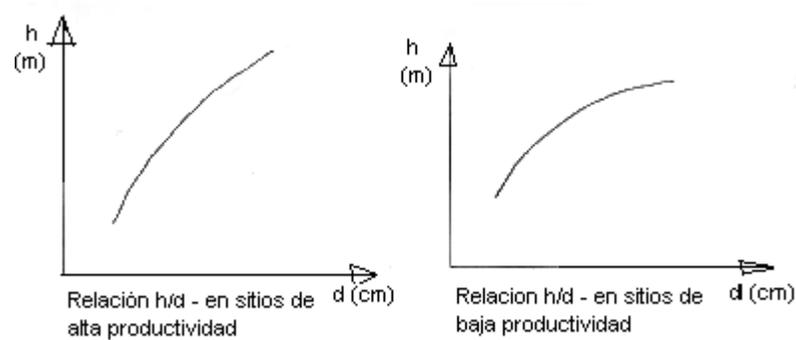


Figura 9.6: Relación altura (h) – diámetro (d) en diferentes calidades de sitios

9.3.3. Influencia de la densidad en la relación hipsométrica

Este es otro punto que influye en la relación hipsométrica. Esta influencia va a ser mayor o menor dependiendo del estrato del bosque al cual pertenece el árbol. En los árboles dominantes la altura es poco afectada por el espaciamiento, o sea por los tratamientos silviculturales (raleos principalmente), ya en los dominados la influencia en el desarrollo de la altura es bastante acentuada. Ya con relación a la variable diámetro, en cualquier estrato, este es bastante afectado por la densidad de árboles. Así, cuando la densidad de árboles es alta la razón h/d es mayor, que cuando la concurrencia de árboles es más moderada, según se muestra en la figura 9.7 siguiente.

Como se observa en la figura, la razón altura diámetro se estabiliza a partir de la estabilización del diámetro. Se debe observar que la relación hipsométrica puede variar con el espaciamiento y que por tanto este es un indicador que debe ser observado.

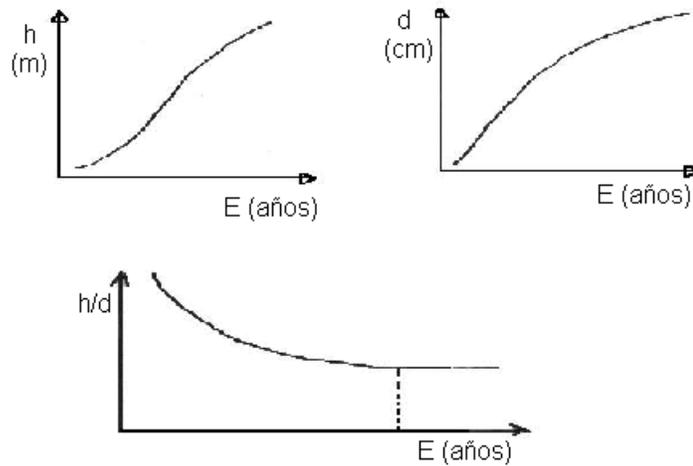


Figura 9.7: Influencia de la densidad en la relación h/d

9.3.4. Influencia de la longitud de la copa de los árboles en la relación hipsométrica

Esta es otra variable que influye la relación hipsométrica. Árboles con copas bajas y grandes la razón h/d será menor, y los de copas altas y pequeñas, tendrán la razón h/d mayor.

9.3.5. Influencia de la posición sociológica en la relación hipsométrica

Esta variable también afecta a la relación hipsométrica. Para árboles dominantes, la razón h/d es menor que para árboles dominados, según se muestra en la figura 9.8.

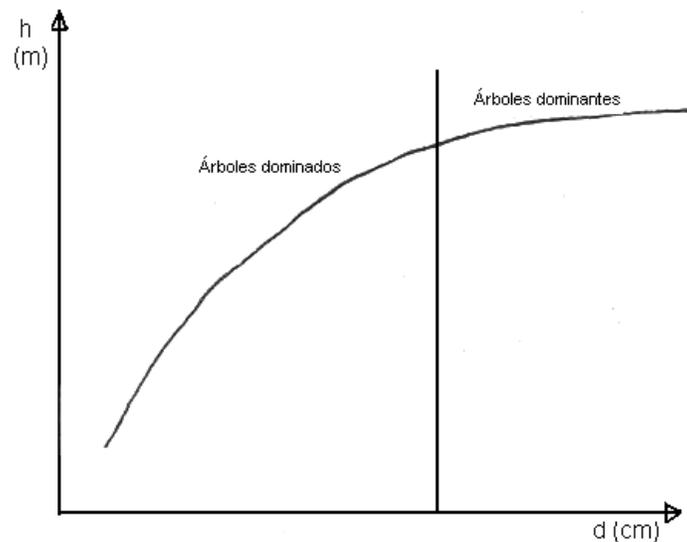


Figura 9.8: Influencia de la posición sociológica de los árboles en la relación h/d

9.4. Relación hipsométrica en bosque natural

En un bosque de composición variada en especie y edad, para una misma especie, no se encuentra una buena correlación hipsométrica, pues los árboles crecen primero en altura y sólo después de alcanzar el dosel superior es que comienzan a crecer en diámetro.

En bosques de composición variada en especie y edad donde se mide las alturas comerciales no se ha desarrollado este tipo de relación pues la correlación de la altura comercial y del DAP es muy baja, a medida en que son consideradas innúmeras especies, o sea, para el mismo DAP se puede obtener las más variadas alturas comerciales, o viceversa.

9.5. Construcción de curvas

Las curvas de la relación hipsométrica se pueden construir por método gráfico y por método analítico. Aquí sólo se dan algunas cuestiones elementales desde el punto de vista teórico y en los ejercicios prácticos se podrá profundizar más en detalle.

9.5.1. Construcción de curvas h/d por método gráfico

Consiste en tomar medidas de altura y diámetro en un rodal y colocar esos valores en un sistema de coordenadas cartesianas.

El gráfico de la relación h/d es ajustado manualmente de tal manera que la curva represente el valor medio de los datos. La curva deberá estar bien balanceada para que las desviaciones encima del gráfico (+) y debajo del mismo (-) sean aproximadamente iguales.

La precisión de la curva es evaluada por la diferencia agregada (D.A) a través de la fórmula:

$$D.A = \frac{\sum v_0 - \sum v_e}{\sum v_0} * 100$$

Donde:

V_0 = volumen observado

V_e = volumen estimado sobre la curva trazada

Si la diferencia agregada fuera menor que 1% la curva es buena, caso contrario deberá ser reajustada. Siendo la diferencia agregada menor que 1% deben ser averiguado dos factores:

- el mal posicionamiento o trazado de la curva; y
- utilización de pocos datos.

Para evaluar el error de estimación se usa la siguiente fórmula:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{(v_0 - v_e)^2}{n - 2}}$$

Donde:

S_{xy} = desviación típica o desviación estándar de las observaciones; y

n = número de observaciones.

9.5.2. Construcción de curvas h/d por método analítico

Este método se basa en el principio de los mínimos cuadrados. Existen muchos modelos matemáticos para la construcción de curvas que dan la altura en función del diámetro, tales como:

- modelo matemático parabólico:

$$h = b_0 + b_1d + b_2d^2$$

- modelos semilogarítmicos y logarítmicos:

$$\log h = b_0 + b_1 \log d$$

$$h = b_0 + b_1 \log d$$

$$\log h = b_0 + b_1 \frac{1}{d}$$

$$\log h = b_0 + b_1 \frac{1}{d} + b_2 \frac{1}{I} + b_3 \frac{1}{dI}$$

Para ambos métodos es necesario recoger datos de altura y diámetro de un cierto número de árboles en el campo.

Normalmente no son necesarios muchos árboles para ajustarse una relación hipsométrica. La literatura recomienda que alrededor de 50 árboles son suficientes para rodales homogéneos, siempre que cubra toda la variación de los diámetros existente en el rodal.

CAPITULO 10: RELASCOPIA (MÉTODO DE BITTERLICH)

10.1. Introducción

Los estudios de la relascopea tuvieron inicio con el Ingeniero Forestal austriaco Dr. Walter BITTERLICH en 1947 y fue introducido en Cuba en la década del 70. Este método tiene gran utilidad de uso en los inventarios de bosques plantados por la innovación que representa en relación con el método convencional de área fija.

El método es conocido con las denominaciones de punto de muestreo, ángulo de conteo cruzado, punto de muestreo horizontal, prueba de numeración angular y muestreo de conteo angular.

El Muestreo de Conteo Angular (MCA), se basa en el postulado de BITTERLICH que afirma lo siguiente:

“el número n de árboles de un rodal, cuyos DAP(s) observado desde un punto fijo aparecen superior a un valor angular dado (α) constante, es proporcional a su área basal en m^2 por hectárea”.

El método consiste en contar los árboles, en un giro de 360° , cuyos diámetros a la altura del pecho (DAP) son iguales o mayores que la abertura angular equivalente a $(2 \operatorname{sen} \frac{\theta}{2})$, donde (θ) es un ángulo fijo, cuyo vértice es el punto central de la unidad de muestreo. La selección de los árboles es, por tanto, efectuada con probabilidad proporcional al área basal, o al cuadrado del diámetro y la frecuencia.

El método de BITTERLICH ha sido recomendado debido a su funcionalidad práctica, relativa al gasto de tiempo en el muestreo y porque los árboles son muestreados con probabilidad proporcional a la frecuencia (BREES & MILLER, 1964).