

USO DE EQUIPOS Y TOMA DE INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA ESTRUCTURA DEL BOSQUE

*Cristian Camilo Gañan Tapasco - Duván Arley Marín Gil - Yonatan Macovi Moran Ruano -
Elkin Danilo Vanegas Vargas - Natalia Velásquez Marín - Juan Alvaro Vidal Arango*

INTRODUCCIÓN

Se realiza una visita a la estación forestal piedras blancas con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos teóricamente en lo relacionado a uso de equipos y toma de información relacionada con la estructura del bosque. La información recolectada en las parcelas relacionada con el DAP, altura de los árboles y diámetro de copa (DC); se usa para realizar comparaciones entre parcelas y además comparar los métodos de medición implementados en la práctica.

MATERIALES Y EQUIPOS

- Forcípula: Regla graduada que permite medir el diámetro de los de una superficie circular como el caso de los árboles.
- Cinta diamétrica: Cinta graduada en pulgadas o centímetros que se usa para medir el diámetro de los árboles
- Clinómetro: Medición de la altura de un árbol mediante la medición del ángulo y la respectiva distancia desde donde se toma el ángulo con respecto al fuste del árbol.
- Hipsómetro: Instrumento de medición empleado en el cálculo de las alturas de los árboles.

PROCEDIMIENTO

En la realización de la práctica se procedió de la siguiente manera:

Para el levantamiento de las parcelas en campo se seleccionaron al azar 4 parcelas circulares en una plantación de pino Pátula en la reserva forestal de piedras blancas.

En las parcelas circulares con un área de de 250 m², se procedió a medir el DAP a los individuos que tenían un DAP ≥ 10 con cinta diamétrica. Seguidamente dentro de la parcela de 250 m² se procedió a establecer una subparcela de 100 m² en la cual se tomaron las siguientes mediciones:

Altura total con clinómetro e hipsómetro de los individuos Diámetro de copa DAP con forcípula Para obtener el diámetro de copa medio se midió la proyección en dos direcciones, con cinta métrica, el diámetro normal se midió con forcípula en forma cruzada, utilizando el promedio entre las dos mediciones realizadas a cada árbol. Posterior a la recolección de información se procedió a realizar los correspondientes cálculos que se pueden apreciar en el script de R studio presentado; los resultados de dichos cálculos se relacionan a continuación.

RESULTADOS

Error en las mediciones

Con la fórmula ($E\% = 100 * \frac{Estimado - Observado}{Observado}$) en valor absoluto, calculamos el porcentaje de error de DAP y altura, tomando los datos del estimado para DAP como el DAP con forcípula, y e observado el DAP tomado con cinta diamétrica; para altura estimada se tomó la lectura del hipsómetro y para observada, la que se calculó con el clinómetro.

Table 1: Error de DAP y altura, DAP_obs= DAP tomado con cinta diamétrica, DAP_est= DAP tomado con forcípula, Alt_obs= Altura calculada (con clinómetro) con ángulos y distancia, Alt_est= Altura tomada con hipsómetro.

| Parcela | DAP_obs | DAP_est | Alt_obs | Alt_est | Error DAP | Error alt |
|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 1 | 25.6 | 25.90 | 15.49 | 14.8 | 1.1718750 | 4.4544868 |
| 1 | 34.2 | 33.50 | 15.99 | 15.6 | 2.0467836 | 2.4390244 |
| 2 | 20.4 | 19.80 | 20.86 | 19.8 | 2.9411765 | 5.0814957 |
| 2 | 14.9 | 14.55 | 13.27 | 12.2 | 2.3489933 | 8.0633007 |
| 2 | 20.8 | 19.85 | 17.73 | 17.0 | 4.5673077 | 4.1173153 |
| 2 | 28.5 | 28.60 | 18.62 | 19.0 | 0.3508772 | 2.0408163 |
| 3 | 24.5 | 24.30 | 9.36 | 8.9 | 0.8163265 | 4.9145299 |
| 3 | 18.1 | 17.95 | 12.32 | 11.5 | 0.8287293 | 6.6558442 |
| 3 | 35.2 | 34.05 | 19.11 | 19.1 | 3.2670455 | 0.0523286 |
| 3 | 27.5 | 27.15 | 16.45 | 15.7 | 1.2727273 | 4.5592705 |
| 3 | 17.7 | 17.60 | 12.18 | 11.9 | 0.5649718 | 2.2988506 |
| 3 | 19.9 | 19.65 | 9.94 | 9.7 | 1.2562814 | 2.4144869 |
| 3 | 26.8 | 25.90 | 14.39 | 13.8 | 3.3582090 | 4.1000695 |
| 3 | 21.3 | 20.80 | 10.09 | 9.9 | 2.3474178 | 1.8830525 |
| 3 | 19.9 | 19.55 | 9.24 | 9.1 | 1.7587940 | 1.5151515 |
| 4 | 31.8 | 29.35 | 24.03 | 23.5 | 7.7044025 | 2.2055764 |
| 4 | 34.9 | 33.95 | 21.12 | 20.7 | 2.7220630 | 1.9886364 |
| 4 | 31.5 | 30.15 | 21.84 | 21.6 | 4.2857143 | 1.0989011 |
| 4 | 28.8 | 27.45 | 18.67 | 18.2 | 4.6875000 | 2.5174076 |
| 4 | 33.1 | 32.60 | 24.47 | 23.5 | 1.5105740 | 3.9640376 |

Table 2: Error promedio de DAP y altura por Parcela.

| Parcela | DAP_obs | DAP_est | Alt_obs | Alt_est | Error DAP | Error alt |
|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 29.90000 | 29.70000 | 15.74000 | 15.20000 | 1.609329 | 3.446756 |
| 2 | 21.15000 | 20.70000 | 17.62000 | 17.00000 | 2.552089 | 4.825732 |
| 3 | 23.43333 | 22.99444 | 12.56444 | 12.17778 | 1.718945 | 3.154843 |
| 4 | 32.02000 | 30.70000 | 22.02600 | 21.50000 | 4.182051 | 2.354912 |

Table 3: Diámetro cuadrático promedio y área basal por parcela.

| Parcela | Dcm | Area basal |
|---------|----------|------------|
| 1 | 30.01895 | 22.64806 |
| 2 | 27.19282 | 34.84573 |
| 3 | 26.20020 | 32.34823 |

| Parcela | Dcm | Area basal |
|---------|----------|------------|
| 4 | 28.11720 | 32.28772 |

Table 4: Diámetro cuadrático promedio, área basal, área de copa promedio y altura promedio por subparcela.

| Subparcela | Dcm | Area basal | Area_copa_p | Altura_p |
|------------|----------|------------|-------------|----------|
| 1a | 30.20761 | 14.33352 | 24.04104 | 15.74000 |
| 2a | 21.69712 | 14.78952 | 12.47310 | 17.62000 |
| 3a | 24.03791 | 40.84377 | 14.43867 | 12.56444 |
| 4a | 32.08286 | 40.42091 | 48.43825 | 22.02600 |

DISCUSIÓN

Para las alturas de los individuos se establecieron criterios específicos que permitieran minimizar las variables causales de error, se medían los ángulos con el clinómetro procurando que la distancia horizontal fuera suficiente para que la vista + fuera inferior a 45 grados, adicional a esto desde el mismo punto que se tomaron las alturas con clinómetro se tomaron las alturas con hipsómetro, de tal forma que la variable de distancia fuera constante.

En la **tabla 1** y **2** se observa el porcentaje de error de DAP y de altura para cada individuo de las subparcelas de 0,01 ha. Se puede observar que en su mayoría, los errores en la medición del DAP es menor a los porcentajes de error de las alturas. El error en promedio para cada subparcela (1a, 2a, 3a, 4a, respectivamente) en la medida de DAP 1.609329, 2.552089, 1.718945, 4.182051, siendo el error promedio mayor el de la subparcela 4a, y el menor el de la subparcela 1a, esto gracias a que el mayor porcentaje de error pertenece a un individuo de la subparcela 4a, el error promedio de la subparcela 1a es el más bajo debido a la cantidad de datos tomados y su bajo porcentaje de error individual. Para las medias de alturas de las subparcelas (1a, 2a, 3a, 4a) tenemos 3.446756, 4.825732, 3.154843, 2.354912 siendo claramente el porcentaje de error mayor para la subparcela 2a porque el mayor dato de error pertenece a un individuo de esta subparcela, y el menor para la subparcela 4a, debido a la cantidad de datos tomados con un porcentaje de error relativamente bajo para cada individuo.

La **figure 1** muestra la distribución del área basal de todos los individuos dentro de las parcelas, gracias a esta información podemos ver claramente que tenemos la mayor concentración de individuos en las primeras marcas de clase, por lo que se puede inferir que el nivel de ocupación de estas parcelas está dado por muchos individuos con poca área basal y solo se muestra un individuo con área basal por encima de los 2000 cm² y pertenece a la parcela 2.

Con respecto al diámetro de copa, en la **Figure 2** observamos que la mayor concentración de individuos presentan un diámetro de copa entre 0 y 1,8 metros, esto debido a que se encuentran en una plantación de pinus patula abandonada, la mayoría de los individuos con los diámetros más grandes se encontraban sin acículas en sus ramas y algunos otros carecían de ramas, esto debido a múltiples razones como pueden ser que por la falta de manejo, por exceso de peso, por la edad del árbol o condiciones climáticas.

En una primera impresión podría afirmarse que el comportamiento que siguen las parcelas es coetáneo (**figure 3, 4 y 5**) el cual es típico de una plantación forestal por la visita en campo realizada y por los datos que se observan en el histograma. Sin embargo, es necesario tener una mayor cantidad de mediciones para estimar un comportamiento coetáneo perfecto y así determinar el tipo de bosque que se estudió. Es importante afirmar que en la primera clase (9-15) se encuentra esta cantidad de individuos debido a que al momento de realizar la medición algunos estaban muertos y por consiguiente su DAP no creció al ritmo de los demás individuos; para el caso de las clases de DAP mayor se podría decir que como en toda plantación forestal sobresalen algunos pocos individuos, esto debido a las condiciones de sitio del lugar.

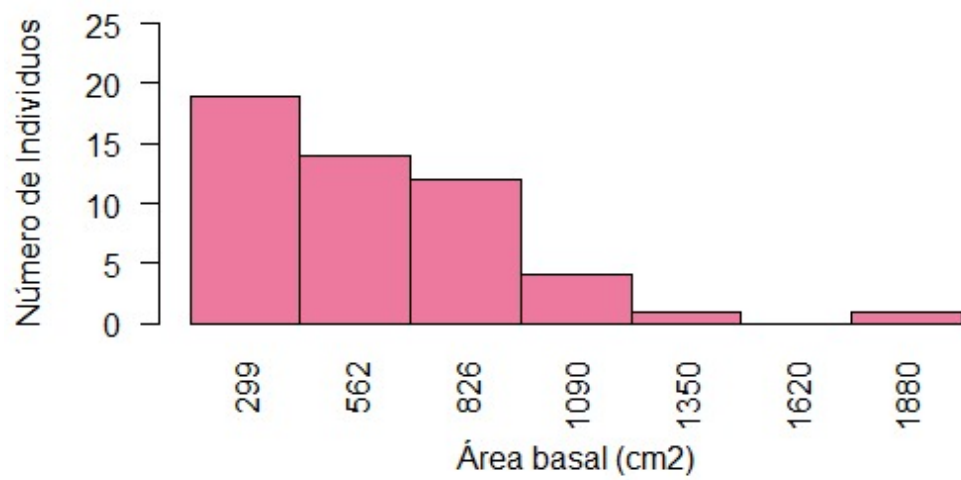


Figure 1: Distribuciones área basal

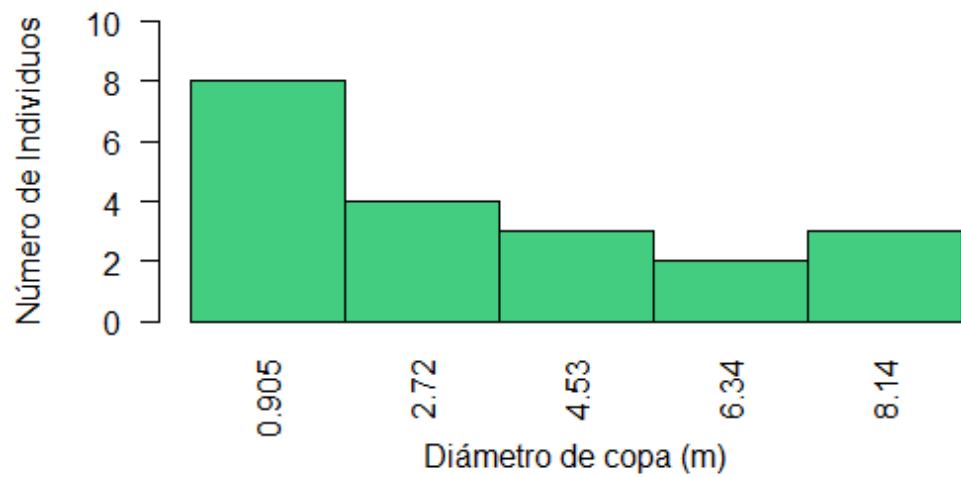


Figure 2: Distribuciones Diametro de copa

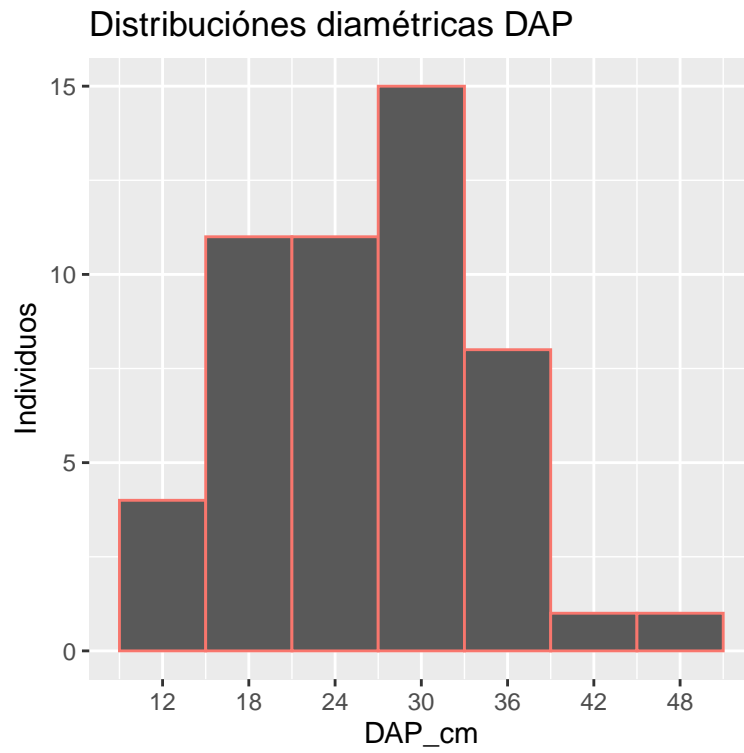


Figure 3: Distribuciones DAP

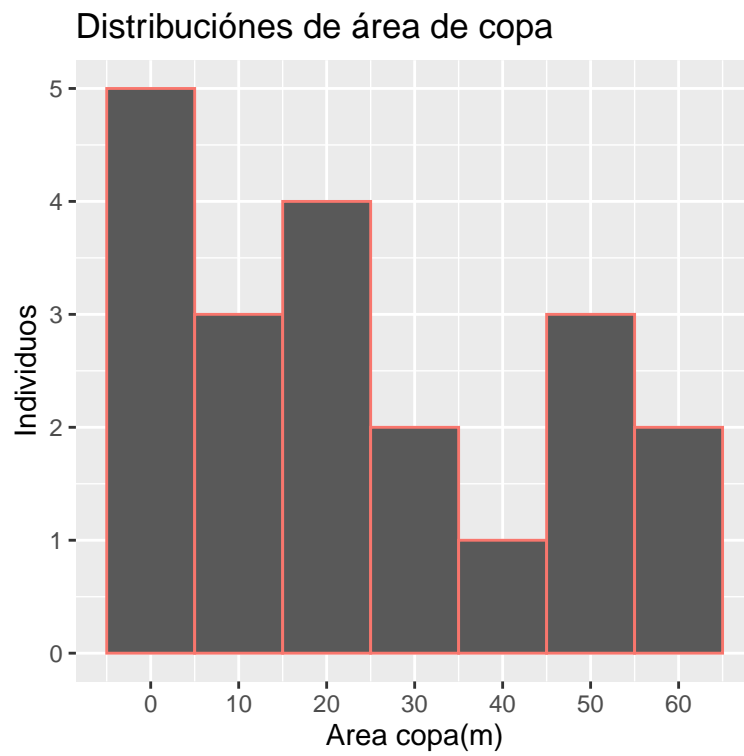


Figure 4: Distribuciones área de copa

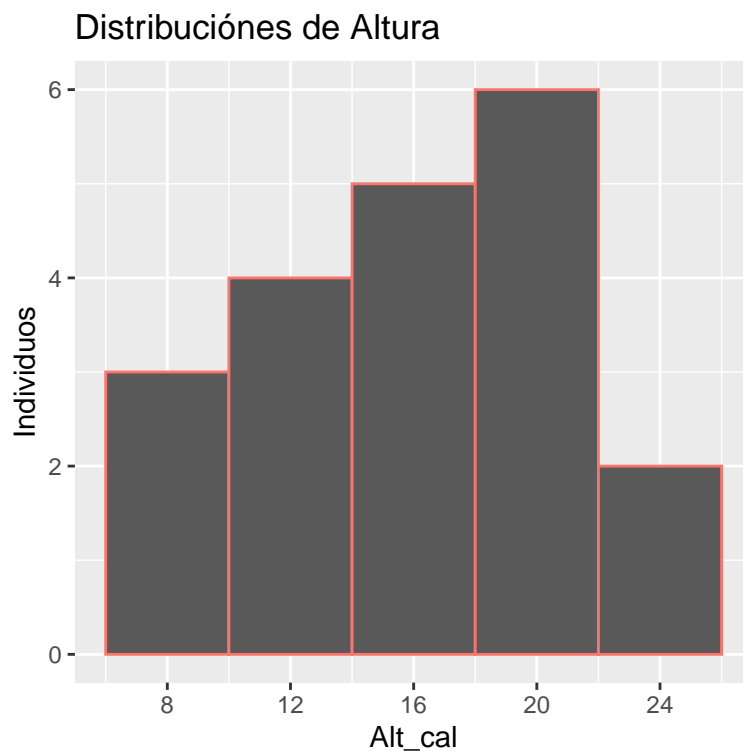


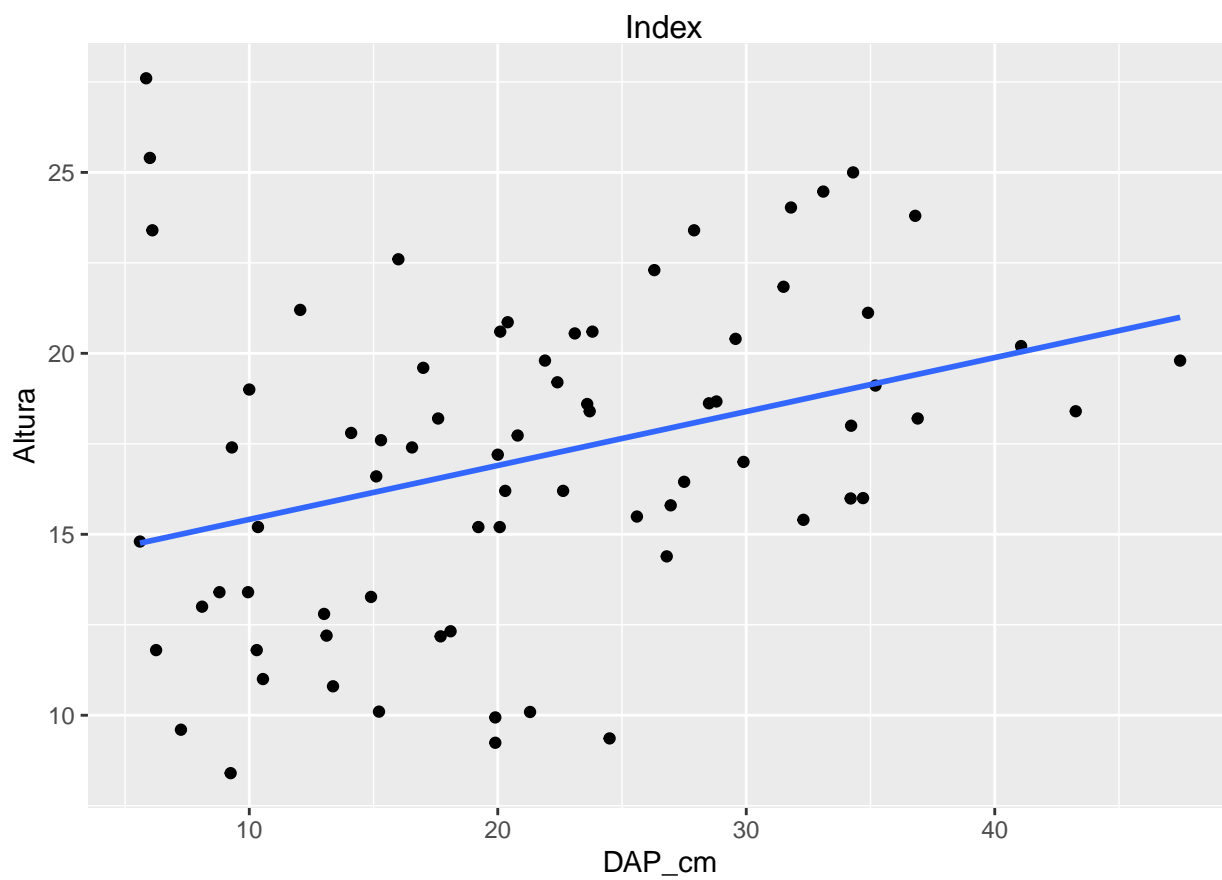
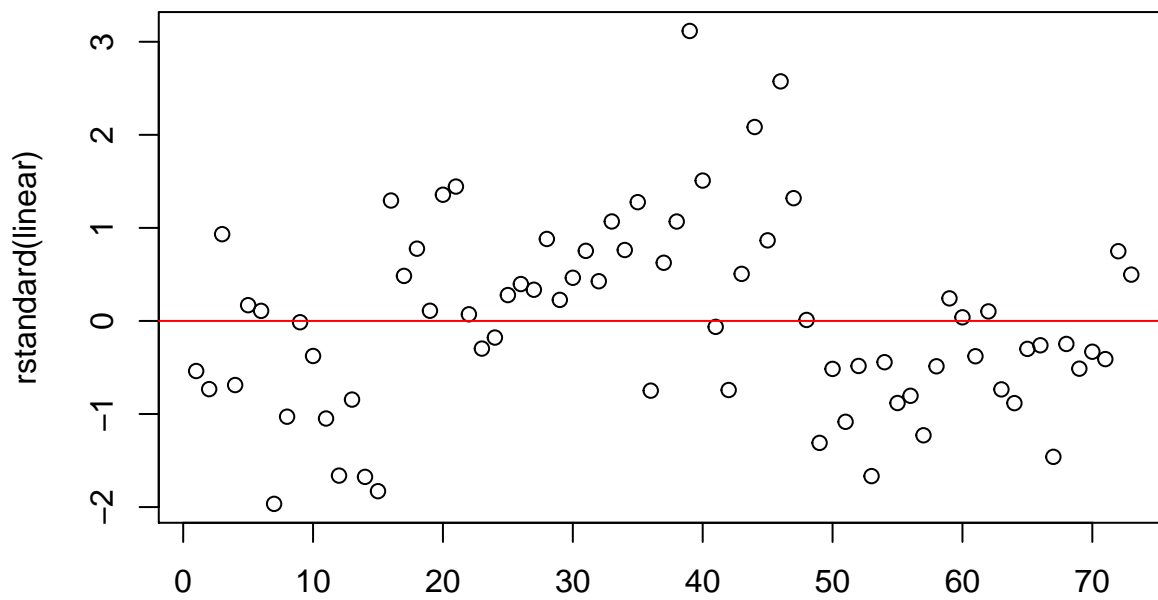
Figure 5: Distribuciones de altura

Teniendo en cuenta que las parcelas analizadas corresponden a una plantación forestal destinada a conservación y por ende no presentan algún tipo de manejo se tienen alturas variadas que están distribuidas de manera desigual entre las diferentes clases que se analizaron, se encuentra de esta manera que la clase que contiene el mayor número de individuos corresponde al rango de entre los 18 y 22 metros de altura. Por otro lado se evidencia que la primera y la última clase corresponden a la menor cantidad de individuos se podría deducir que la plantación ha alcanzado su estado de madurez y también que no se tienen árboles pequeños o en otra etapa de desarrollo lo cual arroja en términos generales que la plantación ha tenido un crecimiento uniforme.

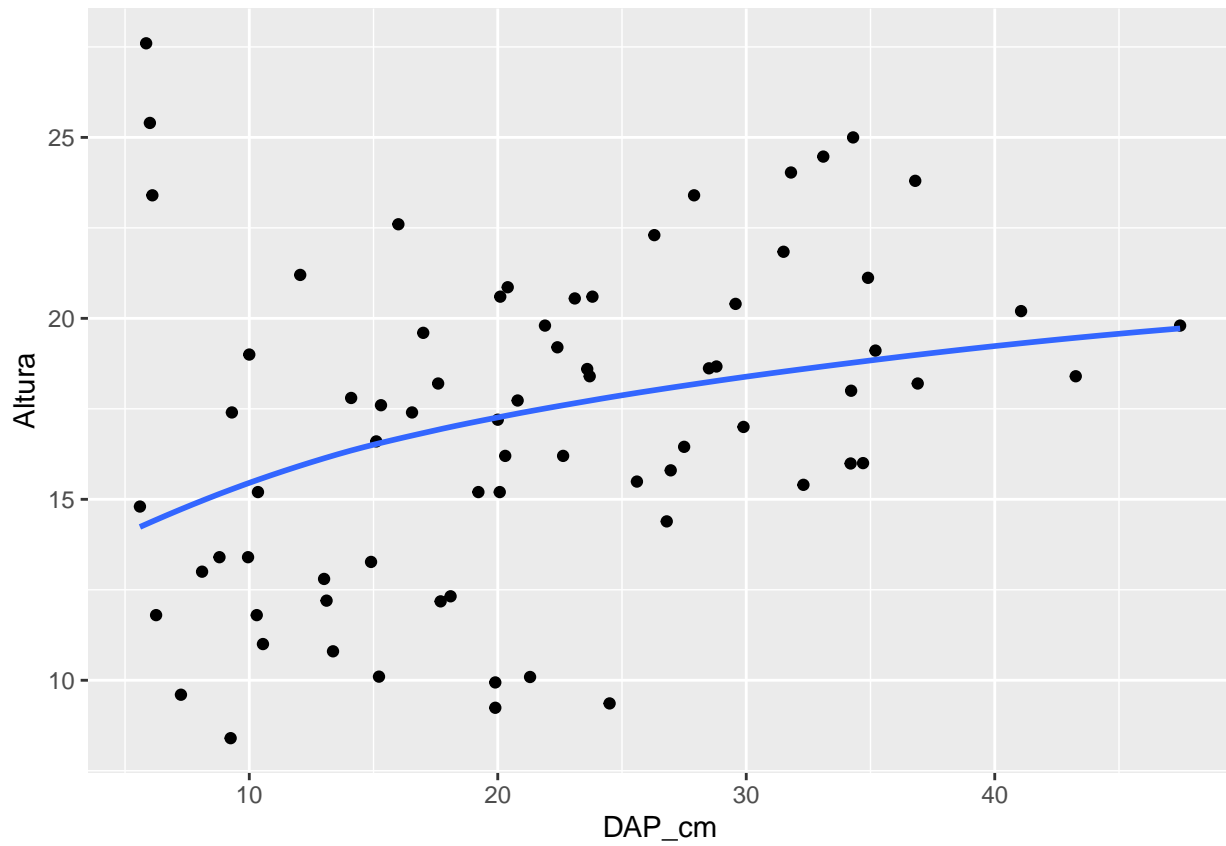
las variaciones en las clases inferiores a la clase de 18-22 metros podrían corresponder a las condiciones de sitio de dichos individuos que se muestrearon dentro de las parcelas, teniendo en cuenta que no difieren en más de dos individuos para cada una de dichas clases.

#Modelos

Modelo lineal (altura dap)



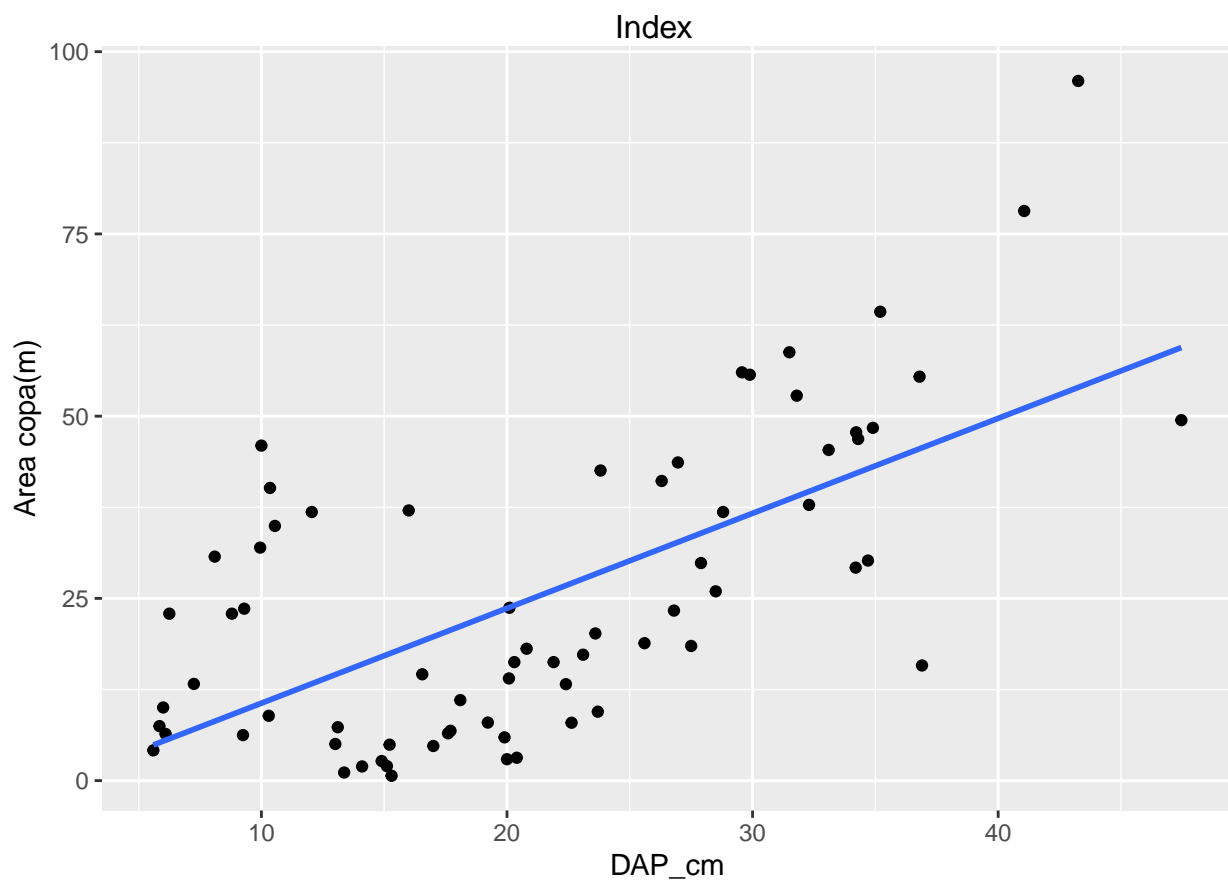
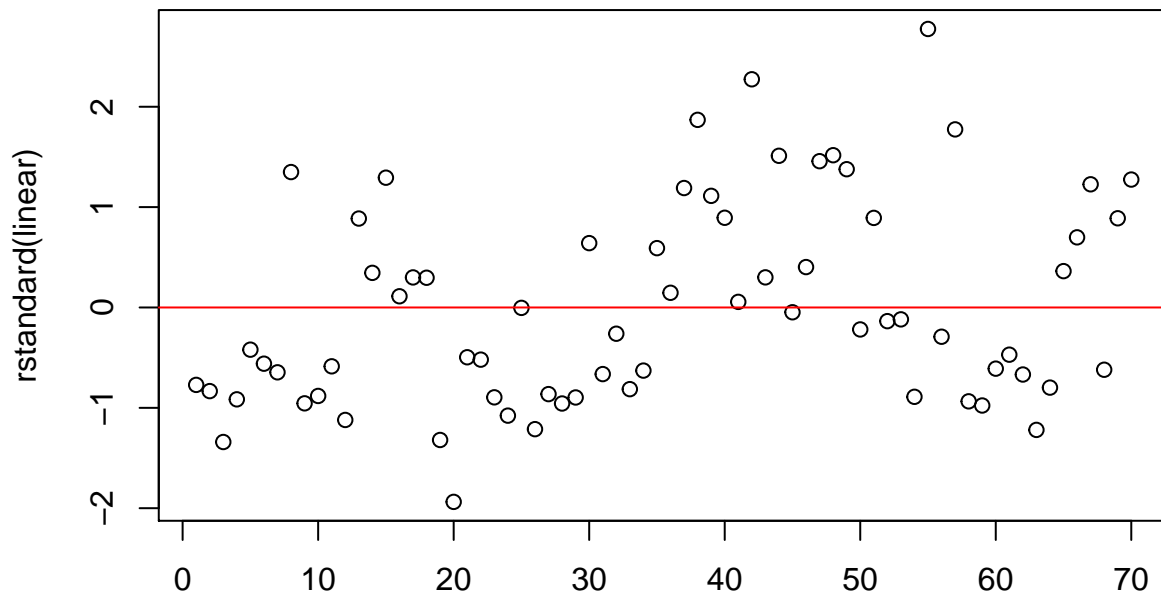
Modelo exponencial (altura dap)



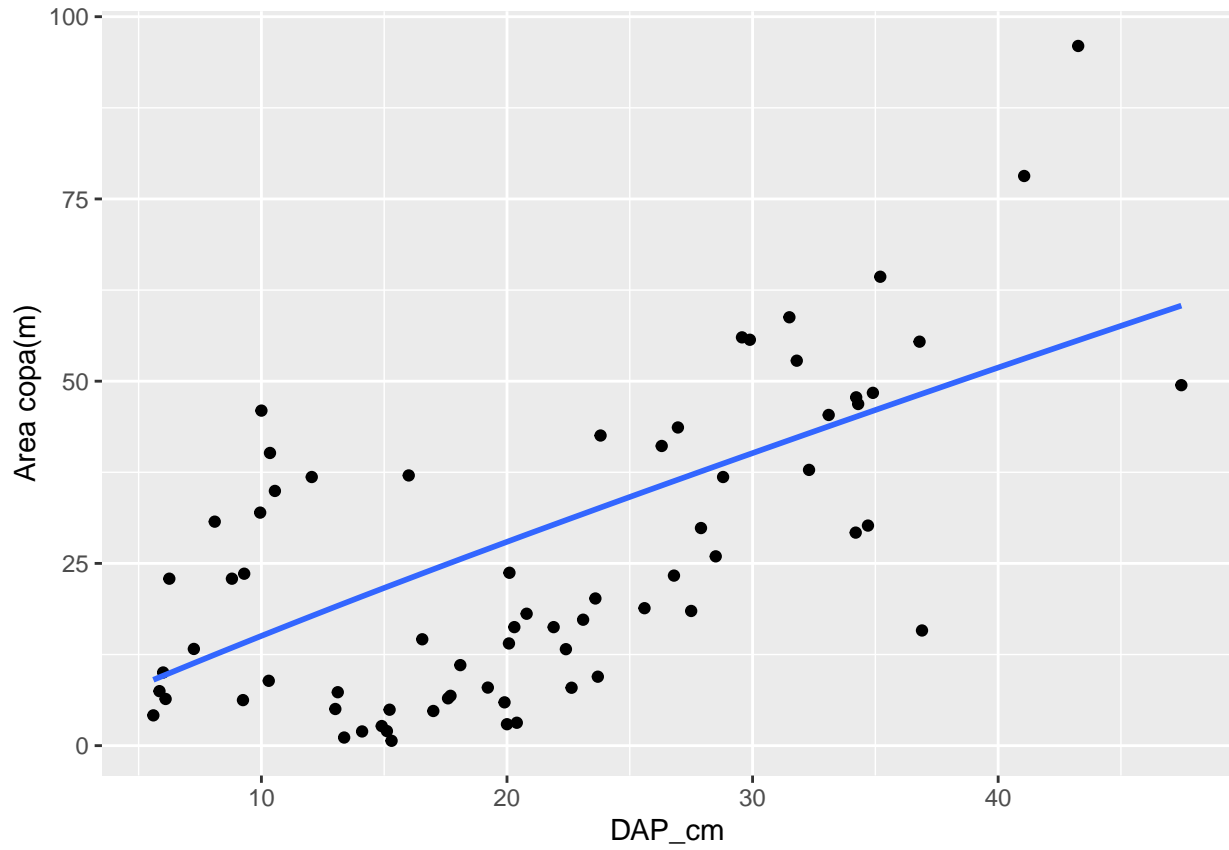
| Modelo | ValorP | RSE | Shapiro test | AIC |
|--------------------------------------|-----------|------|--------------|----------|
| $H = 13.92 + 0.14 * DAP$ | 0.0035402 | 4.21 | 0.389 | 421.0029 |
| $H = \exp(2.38 + 0.155 * \log(DAP))$ | 0.0095268 | 9.73 | | |

Table 5: Modelos altura DAP

Modelo lineal (acopa dap)



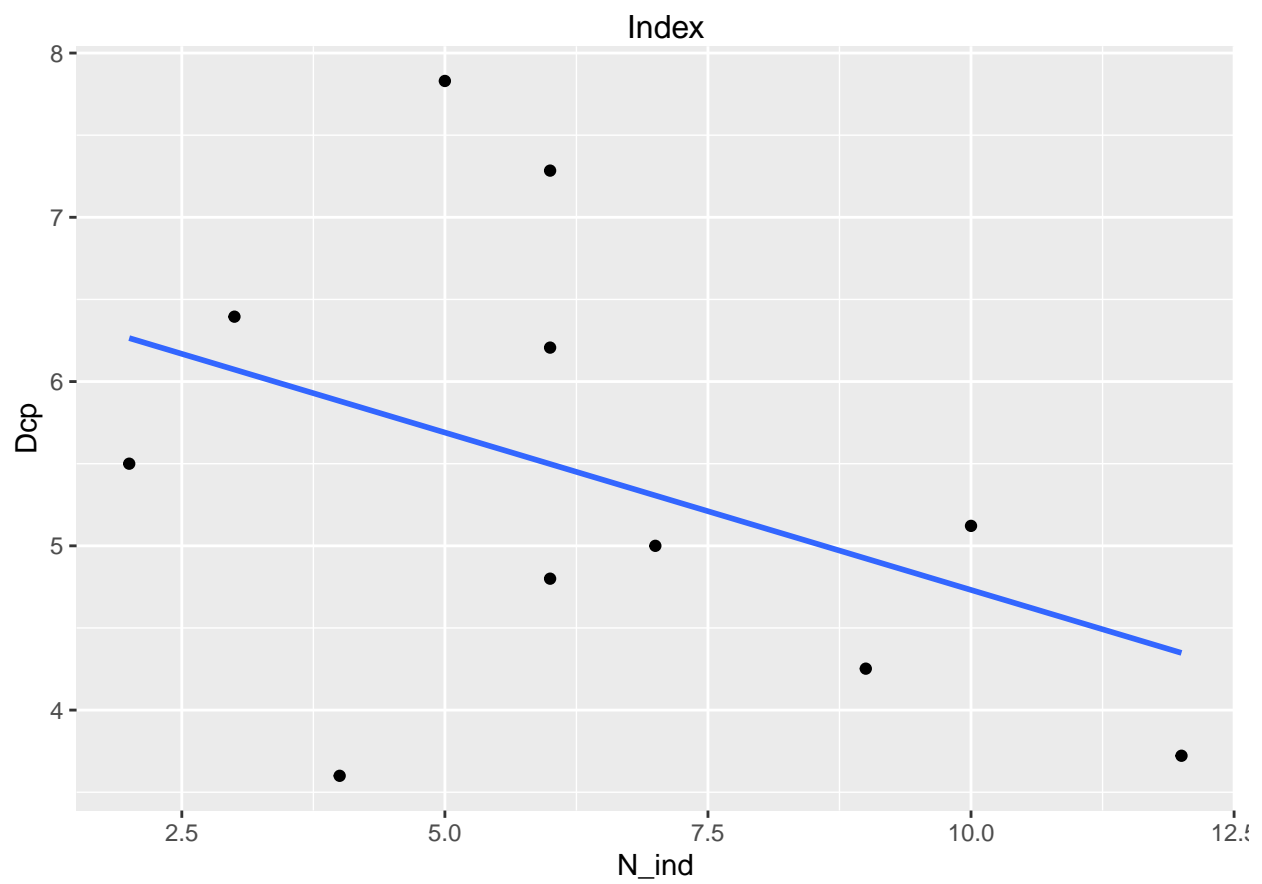
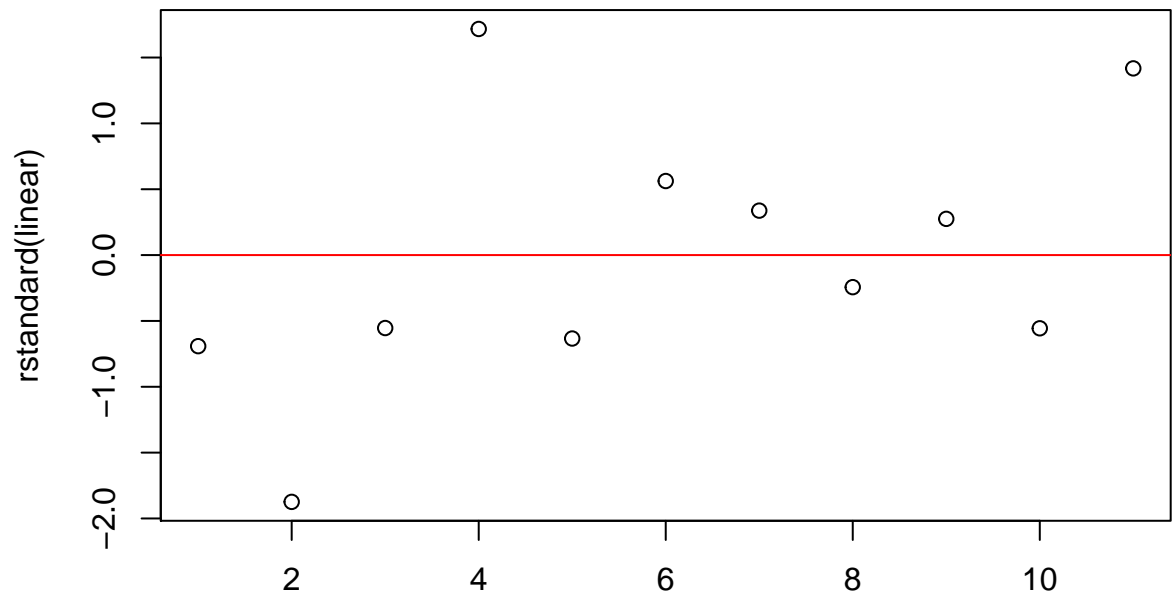
Modelo Exp(acopa dap)



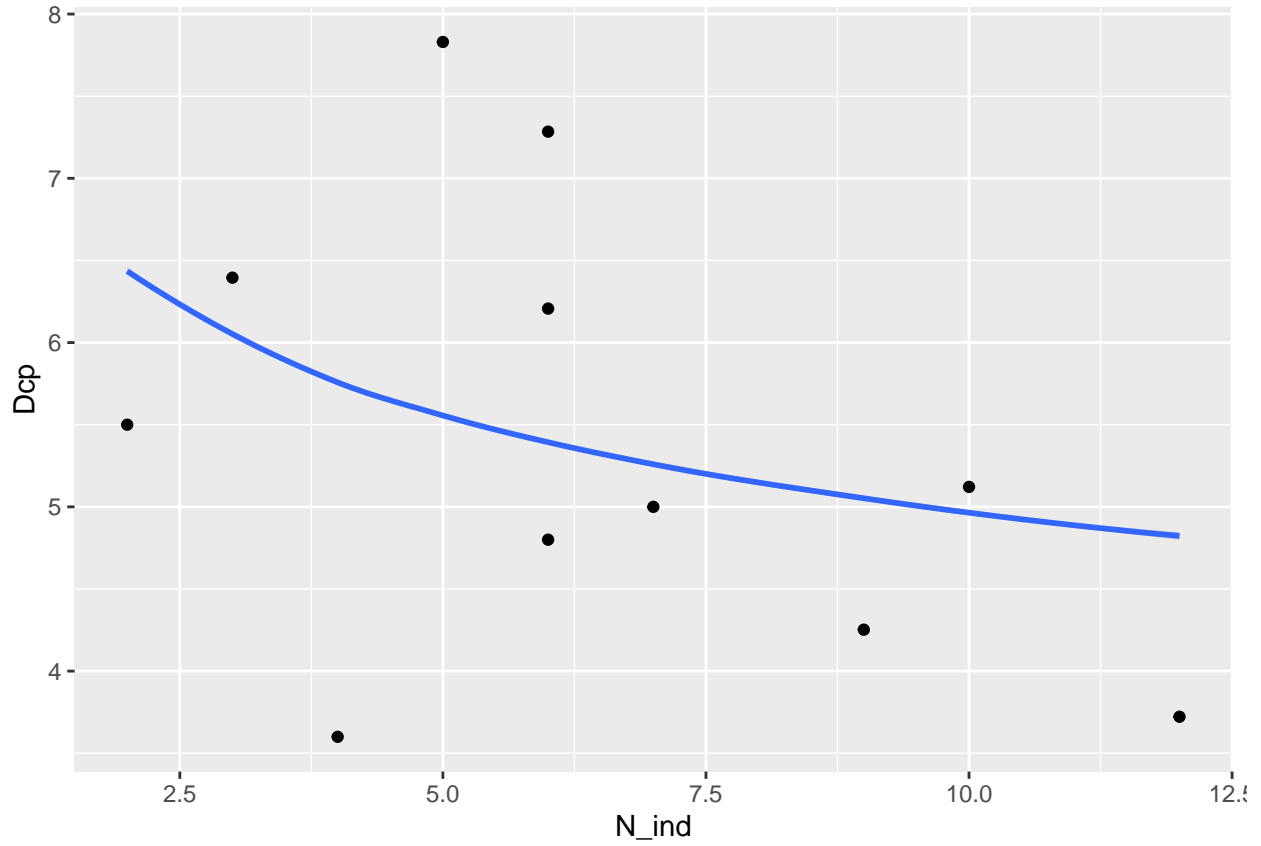
| Modelo | ValorP | RSE | Shapiro test | AIC |
|---|------------------|--------|--------------|---------|
| $Acopa = -2.404 + 1.302 * DAP$ | $1.300739e - 09$ | 15.798 | 0.0045 | 595.759 |
| $Acopa = exp(0.661 + 0.891 * log(DAP))$ | 0.0000831 | 8.435 | | |

Table 6: Modelos Acopa DAP

Modelo lineal (DC ind)



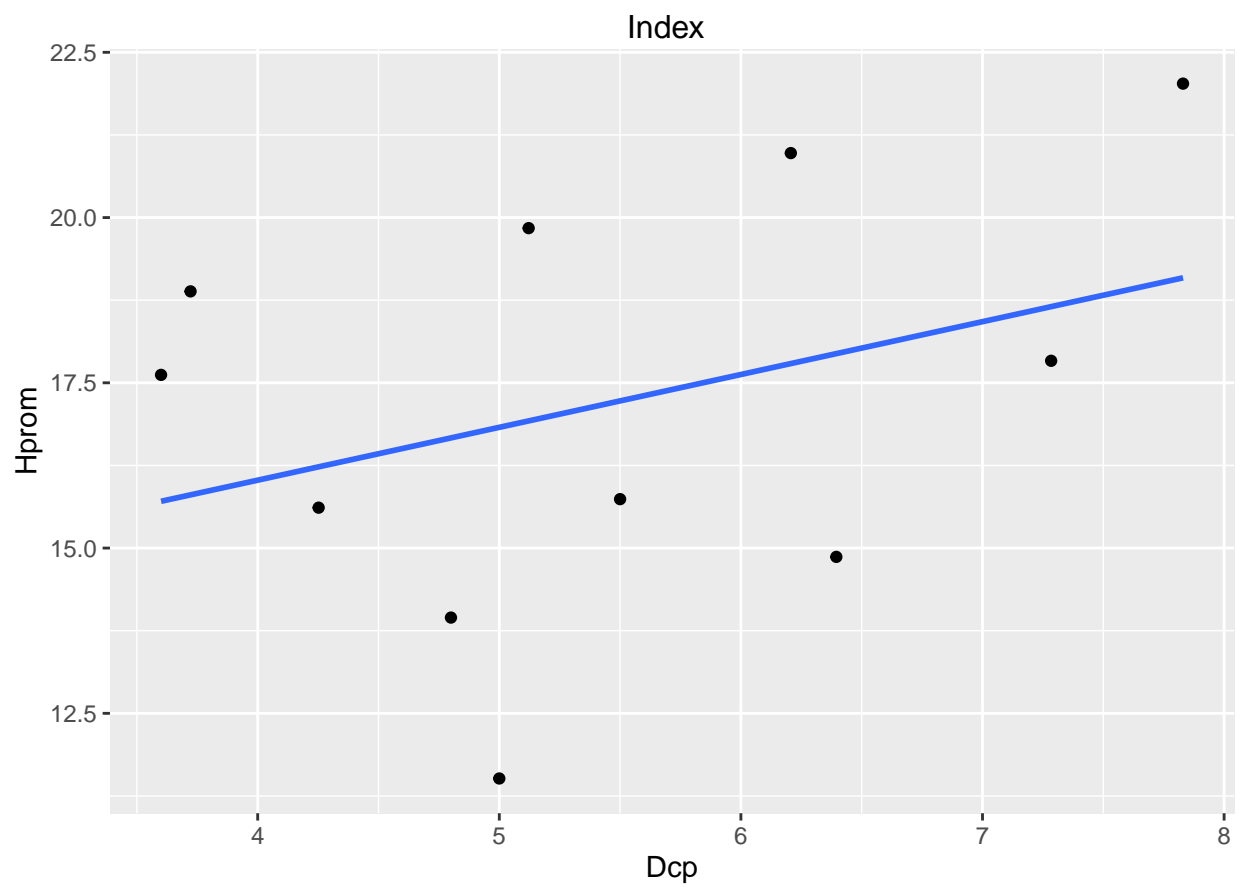
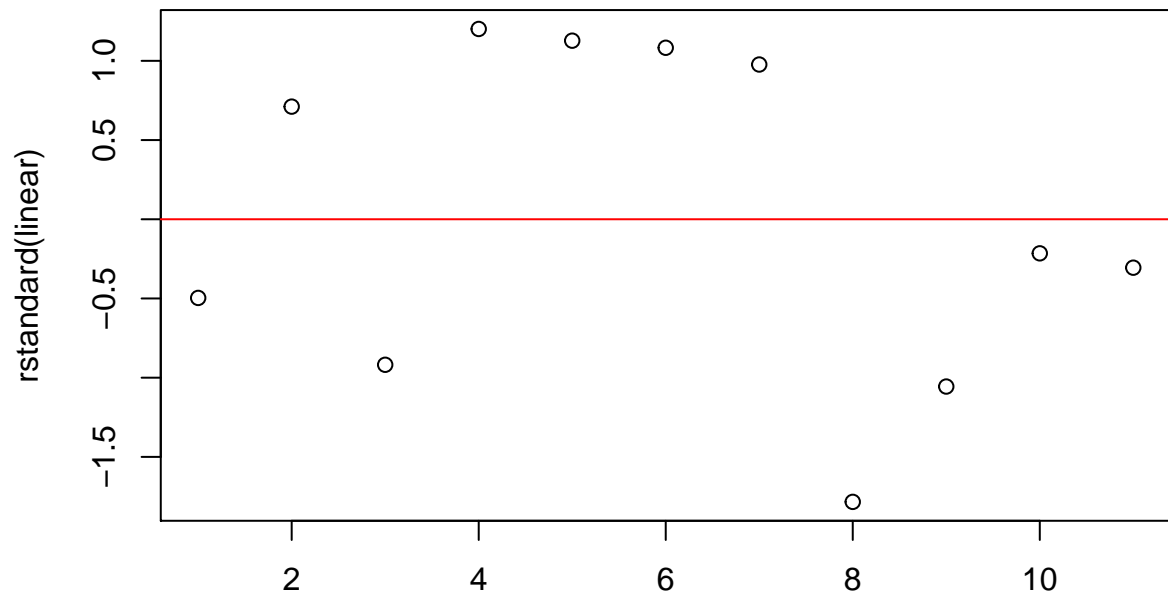
Modelo Exp (Dc ind)



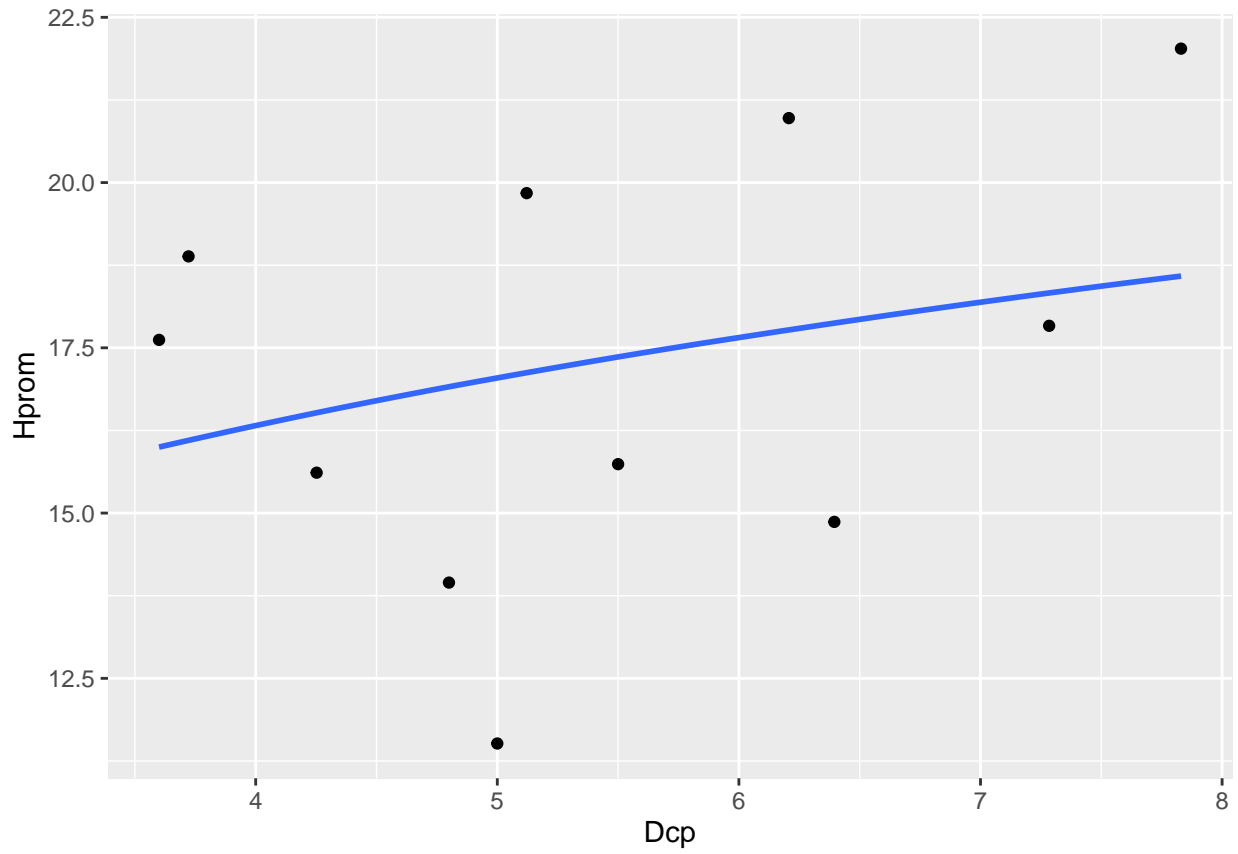
| Modelo | ValorP | RSE | Shapiro test | AIC |
|---|-----------|------|--------------|--------|
| $Dc = 6.647 + (-0.191) * N_{ind}$ | 0.2012157 | 1.32 | 0.587 | 41.159 |
| $Dc = exp(1.974 + (-0.161) * log(N_{ind}))$ | 0.3158088 | 3.78 | | |

Table 7: Modelos Dc Nind

Modelo lineal (hprom dc)



Modelo exp (Hrpm dc)



| Modelo | ValorP | RSE | Shapiro test | AIC |
|--|-----------|--------|--------------|--------|
| $H_{prom} = 12.8299 + 0.7993 * Dcp$ | 0.2951164 | 3.139 | 0.148 | 60.181 |
| $H_{prom} = \exp(2.525 + 0.193 * \log(Dcp))$ | 0.4478473 | 13.068 | | |

Table 8: Modelos Hprom Dcp