



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Master en Ingeniería de Montes

**Análisis y cuantificación del carbono
almacenado en los parques y jardines
de la ciudad de Valladolid**

Alumno: Jaime Serrano Stampa

Tutor: Luis Acuña Rello

Cotutor: Manuel Betegón Baeza

JUNIO 2016

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. ANTECEDENTES	1
3. OBJETIVOS	8
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
ÁREA DE ESTUDIO	8
INVENTARIO DE VEGETACIÓN	12
CÁLCULO DE BIOMASA	12
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
ANÁLISIS DESCRIPTIVO	16
CARBONO EN LA VEGETACIÓN.....	32
INCREMENTO DE CO ₂	40
CARBONO EN MOBILIARIO.....	42
CARBONO TOTAL.....	46
6. CONCLUSIONES.....	49
7. BIBLIOGRAFÍA	50
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	50
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	54
8. ANEJOS	57

1. RESUMEN

En el presente estudio se hacen las estimaciones de la cantidad de carbono que acumulan los parques y jardines de la ciudad de Valladolid (España) donde el valor de las emisiones de CO₂ es de 5,629 toneladas por habitante y año. Para estimar las emisiones que podrían compensarse a través del carbono proveniente de los parques de Valladolid, se realizó un inventario de vegetación y mobiliario urbano donde se midieron parámetros de diámetro normal y altura total de las especies vegetales y se contabilizaron los diferentes elementos de madera del mobiliario instalado en los parques. Los 14.792 árboles de los parques acumulan 3.148,264 t CO₂, los géneros con mayor cantidad de carbono almacenado a lo largo de su vida fueron *Platanus*, *Aesculus*, *Populus* y *Ligustrum* entre las frondosas y *Pinus* y *Cedrus* entre las coníferas. El carbono almacenado en el mobiliario urbano representa un 8,93 % del carbono en los parques, alcanzando un valor de 308,88 t CO₂. Se estima que la cantidad de carbono almacenado sea de 0,778 t CO₂/ha/año. Potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero a través del arbolado urbano y mobiliario urbano procedente de madera significa ir a ciudades sostenibles.

2. ANTECEDENTES

Tradicionalmente los bosques han sido una fuente de ingresos derivados de la explotación propia de los recursos naturales que generan, obteniendo como beneficio económico el valor de estos recursos generados directamente.

Desde hace unos años, el término de multifuncionalidad toma fuerza. La multifuncionalidad de los bosques empezó a considerarse a mediados del siglo veinte, primando la función protectora del bosque y uniéndose a la función recreativa que proporcionan los montes. Este hecho va unido al éxodo de las zonas rurales hacia las ciudades (Alcanda, 2007) y a los profundos cambios socioeconómicos vividos en el último siglo.

El bosque proporciona a la sociedad una serie de productos o bienes (maderables y no maderables) y a su vez ofrece una serie de servicios como son: regulación del ciclo hidrológico, control de erosión, captura de carbono, protección de

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

la biodiversidad, función recreativa, etc., que son para uso y disfrute de la población. Estos servicios poseen valor, pero no todos poseen precio (Moreno Rodríguez, 2005) o, al menos, no hay acuerdo en cómo establecerlo.

Actualmente, el mantenimiento, cuidado y mejora de las masas forestales no obedece a simples razones productivas, aún por importantes que éstas sean, sino que es fundamental considerar la necesidad que tienen los países de contar con superficies forestales abundantes y bien distribuidas, como base para el equilibrio biológico y social del territorio. En sociedades desarrolladas, como la nuestra, ha arraigado fuertemente la idea del bosque multifuncional, estructura generadora de diversidad biológica, y fuente de múltiples productos, servicios y utilidades (Alcanda, 2007). La sociedad, demandante y receptora última de los productos y servicios generados por los territorios forestales, ya no exige que la producción maderera sea exclusiva en nuestros montes. En esta línea, los sistemas forestales y silvopastorales propios del medio mediterráneo constituyen un claro ejemplo de gestión multifuncional del territorio forestal. En la Figura 1 podemos observar los diferentes objetivos multifuncionales de los sistemas forestales (Moreno Rodríguez, 2005).

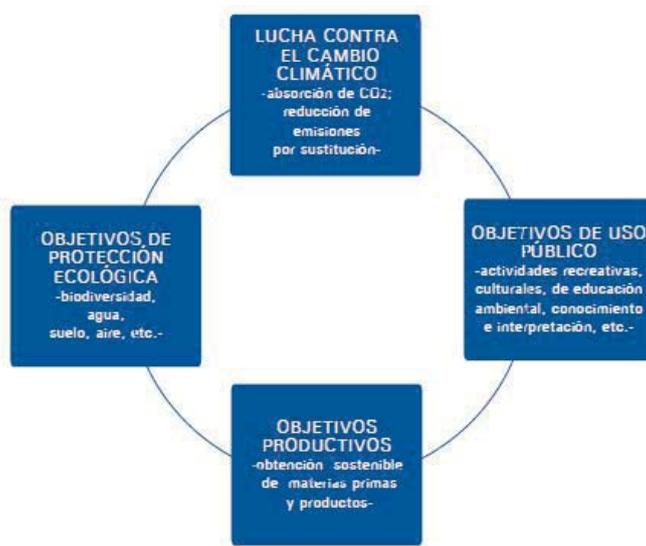


Figura 1. Objetivos multifuncionales de los sistemas forestales (Fuente: FEMP, 2005)

En el ecosistema biosfera terrestre es necesario distinguir entre el carbono almacenado en el ecosistema (árboles, vegetación subsidiaria, suelo y productos obtenidos) expresado en unidad de peso por superficie y el flujo de carbono, que es la

corriente de carbono entre las existencias de carbono (contenido) en el ecosistema y la atmósfera (Prados, 2010).

Los terrenos forestales funcionan como elementos fijadores de dióxido de carbono, que es el gas de mayor relevancia que favorece el efecto invernadero y el calentamiento global. El papel que juegan las superficies forestales es, principalmente, absorber y retener CO₂ atmosférico, el cual en parte fluye de nuevo a la atmósfera en los procesos de respiración autotrófica (en la vegetación) y heterotrófica (en el suelo) (Prados, 2010). La fijación de CO₂ en los bosques y en los productos forestales derivados constituye un elemento fundamental del ciclo del carbono, en 2004, se estima que los bosques españoles (considerando únicamente el terreno forestal arbolado) acumulaban un total de 2.050 millones de toneladas de CO₂, con un incremento neto anual de las fijaciones equivalente a unos 40 millones de toneladas (Montero *et al.*, 2004 y Ruiz-Peinado *et al.*, 2009).

Desde el punto de vista de la contribución de las masas forestales a la mitigación del cambio climático es necesario considerar los diferentes factores que harán que varíe la cantidad de carbono almacenado. Los factores más influyentes son:

- Especies
- Turno de corta
- Tipo y cantidad de producto
- Estructura y densidad de la masa

Desde el punto de vista de las especies, dependiendo de la especie tendrá más o menos capacidad de absorción debido a su crecimiento, resistencia a daños, etc. El turno de corta determina durante cuánto tiempo se mantiene secuestrado el carbono en la vegetación viva. En cuanto al tipo y cantidad de producto interesan productos que posean una larga vida útil. Por último, la estructura y densidad de la masa tendrá resultados a corto o medio plazo en la cantidad de carbono almacenado (FEMP, 2011).

La valoración económica de un monte no es fácil, si bien los recursos tangibles son fáciles de valorar, los recursos intangibles no lo son tanto y resulta complicado y tedioso su cálculo, en ocasiones dependiendo de múltiples factores y criterios. Moreno (2005) atribuyó valores a los principales servicios y recursos que produce un monte. En la Tabla 1 podemos observar los valores obtenidos del total anual y por hectárea. Estos valores están infravalorados ya que solo se tiene en cuenta superficie arbolada, sin tener en cuenta otras zonas como pastos, arbustos, etc.

Tabla 1. Valoración de servicios y productos

Servicio o producto	Valor anual (10⁶ €)	Valor anual (€/ha)
Madera	800	30,45
Productos forestales no madereros	400	15,22
Fijación neta anual CO ₂ *	220	8,37
Activos ambientales (protección, conservación)	1220	46,45
Uso recreativo y paisaje	640	24,36
TOTAL	3280	124,85

* Terreno forestal arbolado, usando como referencia 5,5 €/t CO₂

(Fuente: Moreno Rodríguez, 2005)

La vegetación arbórea supone el 70% del carbono acumulado en la vegetación mundial (Bravo *et al.*, 2007), gran parte de los países europeos la madera que aprovechan anualmente no cubre el crecimiento anual de los bosques, por lo que éstos juegan un papel importante a la hora de actuar como sumideros de carbono (FAO, 2002).

Para entender la importancia de la fijación de carbono, es preciso entender el concepto del efecto invernadero. El funcionamiento del efecto invernadero, y los causantes de él (ver Figura 2), consiste en la dinámica de la radiación solar que calienta la tierra, esta energía producida es emitida de nuevo a hacia la atmósfera y los gases de efecto invernadero (GEI) retienen parte de esa energía. Las radiaciones infrarrojas emitidas por la tierra son retenidas por los GEI y reemitidas a la superficie terrestre calentándose de nuevo (IPCC, 2006).

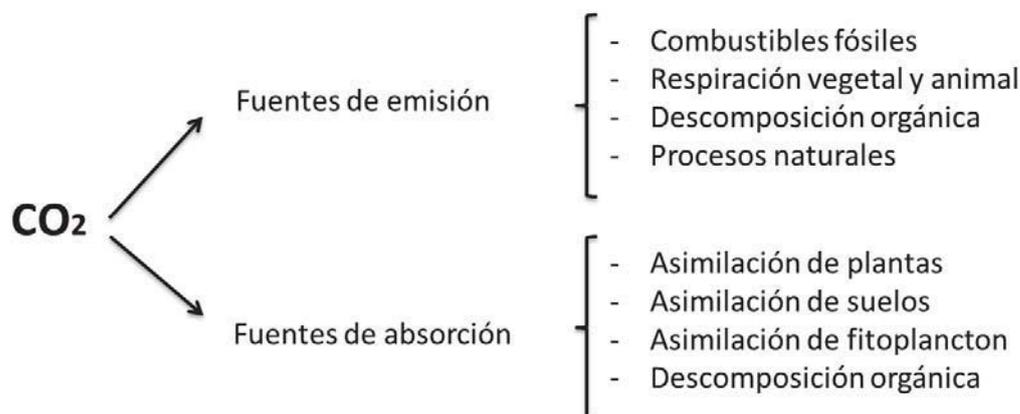


Figura 2. Las principales fuentes de emisión/absorción del dióxido de carbono

De todos estos gases, el CO₂ cobra especial relevancia por su efecto sobre las condiciones climáticas del planeta debido a que es un gas de larga permanencia, es decir, es un gas que permanece activo en la atmósfera durante mucho tiempo. Del CO₂ emitido a la atmósfera, sobre el 50% tardará 30 años en desaparecer, un 30% permanecerá varios siglos y el 20% restante durará varios millares de años (Solomon *et al.* 2007).

El principal mecanismo de secuestro natural de carbono es la fotosíntesis, mediante este proceso el carbono atmosférico (CO₂) es transformado en cadenas de carbono que componen la biomasa vegetal (FEMP, 2011). A su vez, el carbono almacenado puede estar en la biomasa viva (aérea y subterránea) como hojas, tronco, ramas, etc. y en la biomasa muerta (madera muerta o seca y materia en descomposición).

La capacidad de la vegetación de actuar como sumidero de carbono depende de varios factores: características propias de la vegetación, clima, estación y selvicultura aplicada (FEMP, 2011). Según Serrada *et al.* (2008) la cantidad de carbono que almacenan las principales especies de los bosques españoles para una calidad de estación representativa serían los resultados de la

Tabla 2.

Tabla 2. Crecimiento en volumen con corteza medio anua y fijación de CO₂ anual

Especie	Crecimiento VCC medio anual (m³/ha/año)	Fijación CO₂ media anual (t/ha/año)
<i>Castanea sativa</i>	6-100	10-20
<i>Eucalyptus</i> spp.	15-25	30-50
<i>Fagus sylvatica</i>	4-6	8-12
<i>Juglans regia</i>	2-6	3-8
<i>Pinus canariensis</i>	2-6	3-8
<i>Pinus halepensis</i>	2-5	4-9
<i>Pinus nigra</i>	4-6	6-9
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>atlantica</i>	8-12	11-16
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>mesogeensis</i>	2-4	3-5
<i>Pinus pinea</i>	2-4	4-7
<i>Pinus radiata</i>	15-20	16-22
<i>Pinus sylvestris</i>	4-6	6-9
<i>Populus</i> sp.	15-30	22-45
<i>Prunus avium</i>	5-8	10-16
<i>Quercus faginea</i>	2-4	5-11
<i>Quercus ilex</i>	1-4	3-12
<i>Quercus robur</i> y <i>Quercus petraea</i>	2-6	4-12
<i>Quercus suber</i>	2-4	6-12

(Fuente: Serrada *et al.* 2008)

Los bosques, además de ser sumideros de carbono proporcionan productos de larga duración que actúan como almacenes de carbono hasta su descomposición o su utilización con fines energéticos (Canals, 2013).

La capacidad de los productos forestales para almacenar carbono es temporal y depende de su vida útil. La vida útil de los productos puede variar desde semanas para biocombustibles hasta siglos para la madera de uso estructural (Valero Gutiérrez, 2009).

Según la FAO (2011) la superficie forestal arbolada ha ido decreciendo a un ritmo de 6,8 millones de hectáreas al año entre los años 1990 y 2010. Si bien, estas pérdidas se sitúan en países africanos e iberoamericanos. En Europa esta tendencia es claramente diferente, cada año la superficie forestal arbolada aumenta en 776.000 ha. Por tanto en el caso de Europa y España los bosques favorecen la mitigación del

cambio climático mediante los sumideros de carbono. España cuenta con 18,3 millones de hectáreas de superficie forestal arbolada.

Según estudios (FEMP, 2011), se estima que la relación entre carbono secuestrado en la Red Española de Ciudades por el Clima por los sumideros forestales y la población es de 6,5 toneladas de CO₂ por habitante. Esto se consigue gracias a las diferentes técnicas de gestión aplicadas: repoblaciones forestales (forestación y reforestación), gestión forestal (planificación forestal, silvicultura y prevención de los ecosistemas forestales frente a agentes externos) y disminución de las tasas de deforestación (medidas contra la deforestación).

Además de los sumideros de carbono en sistemas forestales, agroforestales o agrícolas podemos encontrar otros sumideros ligados al medio natural, estos son (FEMP, 2011):

- Protección, conservación y recuperación de humedales.
- Gestión de pastizales regulando la carga ganadera, mejorando la producción a través de la elección de especies y la ayuda de al crecimiento aplicando técnicas de control de vegetación no deseada y empleando enmiendas, abonos y riegos.
- Plantación de árboles en parques y jardines, incrementando las zonas verdes de las ciudades y sus cinturones periurbanos o el fomento de creación de zonas ajardinadas en propiedades privadas.

En las zonas urbanas la creación de infraestructuras de espacios verdes confiere beneficios a los humanos y otras especies que residen en zonas urbanas. Mediante la creación y mantenimiento de las infraestructuras de espacios verdes se consigue la regularización del clima, reducción de la contaminación del aire y el agua, la disminución de la escorrentía de aguas superficiales, la creación de nuevos espacios recreativos y la mejora de la salud humana y el bienestar, así como proporcionar un hábitat para las especies (Davies *et al.*, 2011).

Las ciudades han sido las mayores contribuyentes al cambio climático y han alterado la dinámica de los usos del suelo (McHaLe *et al.*, 2009). En 2008 el gas que

más contribuyó al efecto invernadero fue el CO₂, con un porcentaje estimado del 83%, el CH₄ contribuyó en un 9% y el N₂O en un 6%; el 2% restante se debe a los HFC, PFC y SF₆ (MAGARAMA, 2010). Las zonas urbanas pueden ayudar a la mitigación del cambio climático en parte generada por la creación de ellas mismas creando diferentes infraestructuras verdes (Pataki *et al.*, 2006).

Se han llevado a cabo diferentes estudios sobre carbono almacenado en los bosques de diferentes países, pero no ha sido así con el estudio del carbono almacenado en áreas verdes de zonas urbanas. Los principales estudios llevados a cabo al respecto son los de, Garrido Larnaga *et al.* (2009), McHaLe *et al.* (2009) y Davies *et al.* (2011).

3. OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen en este estudio son los siguientes:

- Cuantificar el carbono acumulado en los parques y jardines de la ciudad de Valladolid
- Analizar los datos obtenidos y compararlos dependiendo de especies y densidades
- Simular el secuestro de carbono de los parques con la situación de partida
- Proponer mejoras para aumentar el secuestro de carbono

4. MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Valladolid es una ciudad del centro de España (41° 39' 07"N 4° 43' 43"O, ver Figura 3), la superficie aproximada es de 53,26 km², Valladolid se sitúa en los 698 msnm.

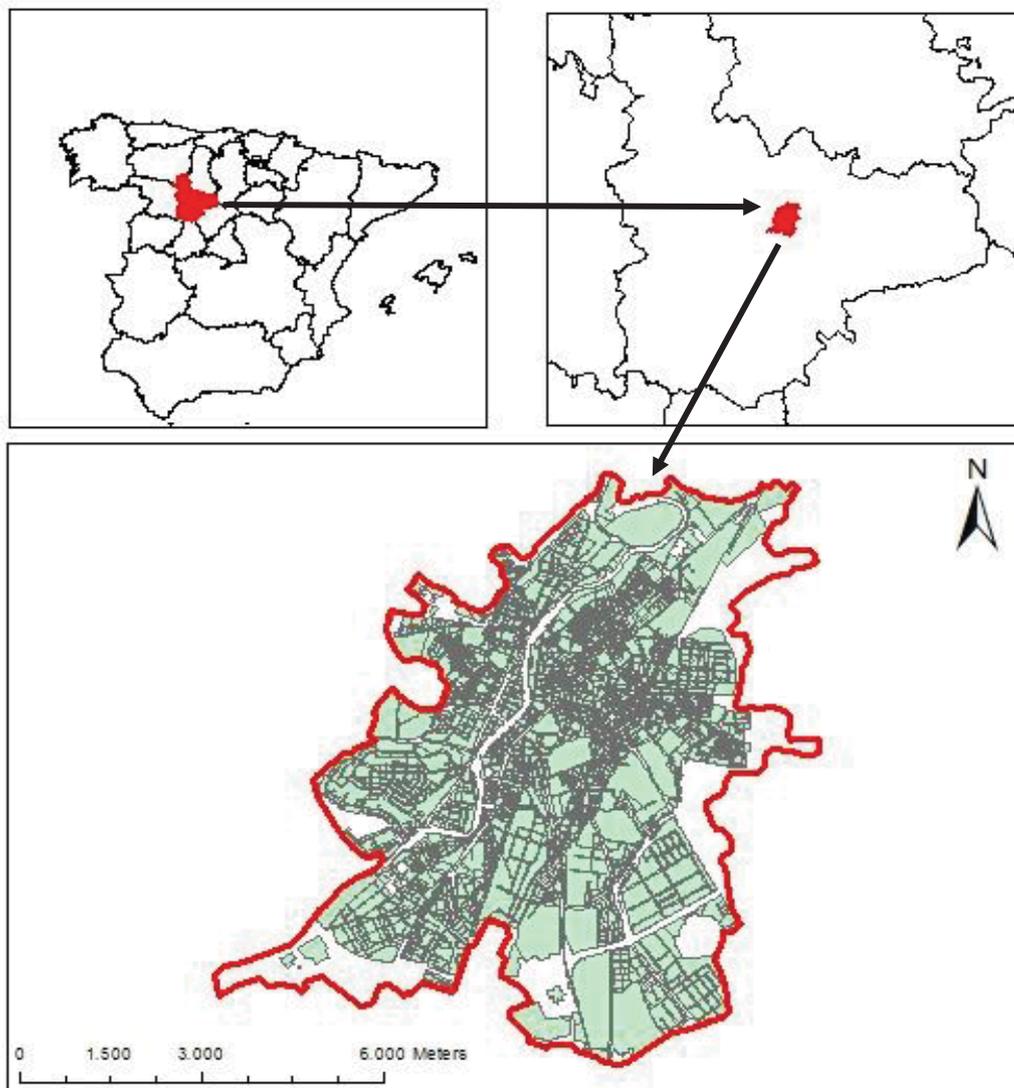


Figura 3. Área de estudio

El clima de Valladolid viene definido por una acusada continentalidad y largos y fríos inviernos. Como puede verse en la

Tabla 3, desde el punto de vista térmico el verano es corto y suave y escasas precipitaciones, abarcando el periodo seco 4 meses (ver Figura 4).

Tabla 3. Datos termo-pluviométricos de Valladolid (Datos del observatorio de Valladolid)

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Temperatura (°C)	10,80	20,50	12,90	4,80	12,20
Precipitación (mm)	111,30	61,30	132,70	132,70	445,00

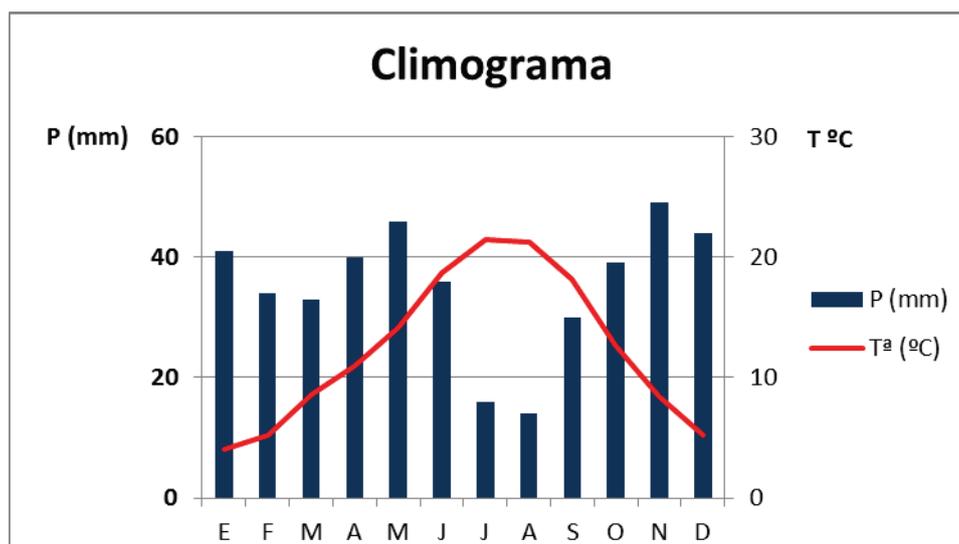


Figura 4. Climograma de Valladolid

Según el índice de clasificación climática de Papadakis, el área de estudio se encuentra en un clima "Mediterraneo templado".

Valladolid cuenta con numerosos parques y jardines, los cuales se han identificado gracias a los mapas de catastro y mapa Carto Ciudad disponibles en el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se seleccionan los parques con una superficie mayor de 2.500 m², la superficie de los parques será calculada según la superficie que proporciona los mapas de catastro. Además, se midieron los principales avenidas de la ciudad, excluyendo al resto de arbolado viario y a parques que su principal objetivo sea distinto al recreativo.

Los parques que son objeto de estudio son los que se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Parques estudiados en la ciudad de Valladolid

Parque	Coordenadas*		Superficie (m ²)	Parque	Coordenadas*		Superficie (m ²)
	X	Y			X	Y	
142	353.243	4.608.430	18.859,90	171	355.829	4.610.630	18.418,30
143	352.643	4.608.690	7.365,57	172	355.568	4.610.600	43.295,00
144	353.163	4.609.040	11.887,60	173	354.894	4.612.680	8.586,10
145	353.951	4.608.210	5.919,58	174	354.923	4.613.240	17.232,20
146	353.800	4.607.960	6.322,54	175	355.321	4.613.540	17.277,40
147	354.403	4.607.970	25.116,80	176	355.454	4.613.220	20.047,80
148	354.424	4.608.270	15.704,00	177	355.563	4.613.280	5.368,77
149	354.025	4.608.560	30.954,40	178	355.587	4.614.180	10.057,20
150	353.731	4.608.750	15.109,00	179	355.610	4.613.580	4.867,36
151	354.555	4.608.400	3.087,00	180	356.865	4.614.000	9.709,45
152	354.653	4.608.680	12.915,30	181	357.755	4.613.060	7.049,82
153	354.522	4.609.100	25.201,20	182	357.850	4.613.260	4.931,26
154	354.304	4.609.040	4.231,82	183	357.460	4.613.970	13.722,90
155	353.823	4.609.490	9.179,33	184	357.737	4.613.980	7.262,82
156	353.877	4.609.570	13.320,60	185	358.014	4.614.300	9.804,71
157	354.064	4.609.340	16.596,00	186	357.345	4.612.800	2.687,54
158	354.444	4.609.910	6.917,75	187	357.144	4.610.900	63.568,90
159	354.971	4.610.510	6.111,29	188	357.553	4.611.510	38.171,60
160	354.956	4.611.070	14.383,10	189	357.354	4.610.580	16.798,70
161	355.000	4.611.530	13.994,10	190	358.293	4.611.760	9.779,87
162	355.133	4.610.040	36.794,20	191	355.838	4.612.710	9.114,75
163	353.206	4.611.020	41.190,50	192	355.685	4.612.590	32.448,40
164	354.518	4.612.360	25.602,40	193	355.728	4.613.050	70.303,30
165	354.733	4.612.170	48.094,10	194	357.007	4.612.040	5.076,44
166	354.110	4.611.930	6.731,26	195	356.840	4.614.320	187.672,00
167	353.734	4.611.910	111.526,00	196	355.294	4.610.910	15.407,60
168	354.049	4.611.670	26.742,10	197	355.903	4.611.880	101.376,00
169	354.447	4.611.620	52.347,00	198	357.410	4.613.150	14.926,90
170	356.230	4.610.610	38.489,10	199	355.350	4.611.350	97.600,00

*Coordenadas en el sistema de referencia ETRS 89 UTM Zona 30N

En 2010 las emisiones por habitante en Valladolid ascendieron a 5,629 t de CO₂, generando un total de 1.829.433,30 t de CO₂ (Ayuntamiento de Valladolid, 2014)

INVENTARIO DE VEGETACIÓN

Los inventarios forestales constituyen base de partida para estimar la biomasa forestal (Browns, 2002). Para la medición del carbono se realizó en verano de 2014 un inventario pie a pie de las especies presentes en los parques y jardines municipales de la ciudad de Valladolid. Las variables que se midieron fueron:

- DAP (diámetro a la altura del pecho, 1,30 metros, cm)
- Altura total (m)

Se optó por un inventario pie a pie debido a, primero a la gran variabilidad de existente dentro de propios parques y entre parques, encontrándose diferentes edades, especies y diferentes relaciones altura/diámetro, y segundo debido a la distribución que determinados parques poseen. Se inventariaron las especies arbóreas y arbustivas de porte arbóreo desestimando las especies herbáceas y pequeños arbustos.

Para la medición del DAP se utilizó una forcípula de brazo móvil con una precisión de 0,5 cm. Se midieron todos los diámetros de las especies presentes en cada parque..

La altura se midió con un hipsómetro calculando la altura total del árbol, desde la base al ápice. La altura se midió de todas las especies y de algunos ejemplares de las especies con el fin de hacer una regresión que relacione la altura y diámetro de cada especie.

CÁLCULO DE BIOMASA

Se calcula el volumen con corteza de cada ejemplar con las ecuaciones de cubicación del Tercer Inventario Forestal Nacional (Junta de Castilla y León, 2014a) y del Primer Inventario Forestal Nacional. Con los modelos de una y dos entradas se obtienen las ecuaciones del volumen maderable con corteza (VCC), el volumen maderable sin corteza (VSC) y el crecimiento anual del volumen (IAVC).

Los modelos utilizados para el cálculo son los siguientes:

- Modelo 1: $VCC = a + b \cdot (D.n.)^2 \cdot H.t.$
- Modelo 11: $VCC = p \cdot (D.n.)^q \cdot (H.t.)^r$
- Modelo 7: $VSC = a + b \cdot VCC + c \cdot VCC^2$
- Modelo 13: $IACV = a + b \cdot (D.n. - D.n.m.)$
- Modelo 14: $IACV = p \cdot (D.n.)^q$
- Modelo 16: $IACV = a + b \cdot D.n.^2$
- Modelo 17: $IACV = a + b \cdot D.n. + c \cdot D.n.^2$
- Modelo 19: $IACV = a + b \cdot D.n. + c \cdot D.n.^2 + D.n.^3$
- Modelo 20: $IACV = a + b \cdot D.n. + c \cdot D.n.^3$
- Modelo 21: $IACV = c \cdot D.n.^2 + d \cdot D.n.^3$

Donde dependiendo de la especie y de la forma de cubicación se obtienen los valores de los coeficientes que construyen la ecuación (a, b, c, d, p, q y r). Se utilizaron preferentemente las supertarifas de Valladolid y para las especies que no están presentes en ésta provincia se utilizaron otros cuadernos provinciales del Inventario Forestal Nacional, atendiendo a criterios de similitud y proximidad con la ciudad de Valladolid.

Para el cálculo del volumen con las citadas ecuaciones se realiza un análisis estadístico de las variables y se calculan las variables necesarias para su cálculo. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete informático STATGRAPHICS Centurion XVI. Se realiza una regresión auxiliar alturas-diámetros que se obtiene ajustando mediante regresión lineal, todos los pares de datos de alturas totales y diámetros normales medidos en los correspondientes árboles muestra de cada parcela (Dieguez-Aranda *et al.*, 2005) (ver Anejo1).

La madera está compuesta, principalmente, por carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H) (Francescato *et al.*, 2008). Las diversas especies de madera difieren

sólo ligeramente en cuanto a composición, con porcentajes en peso promedio de 50% de carbono, 43% de oxígeno un hidrógeno 6%. El resto de componentes, alrededor de un 1% es nitrógeno que se derivan de material de proteína (0,1 -0,3%) y elementos inorgánicos (Fengel *et al.*, 1984).

El contenido de carbono puede variar entre el 47% para las especies de frondosas al 53% para coníferas (Ragland *et al.*, 1991), siendo el contenido medio de carbono para la mayoría de las especies leñosas del 50% (IPCC, 1996). El contenido de carbono para las especies inventariadas se obtiene según los valores propuestos por Montero *et al.* (2005) y por la Junta de Castilla y León (2014b), obteniendo los valores de la Tabla 5.

Tabla 5. Contenido de carbono de las especies presentes en el inventario del estudio

ESPECIE	% C	ESPECIE	% C	ESPECIE	% C
<i>Abies alba</i>	50,6	<i>Ficus carica</i>	50,0	<i>Prunus sp.</i>	50,0
<i>Abies sp.</i>	50,0	<i>Fraxinus sp.</i>	47,8	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	50,0
<i>Acer sp.</i>	50,0	<i>Ginkgo biloba</i>	50,0	<i>Pyrus sp.</i>	50,0
<i>Aesculus hippocastanum</i>	50,0	<i>Gleditsia triacanthos</i>	50,0	<i>Quercus ilex</i>	47,5
<i>Ailanthus altissima</i>	50,0	<i>Juglans regia</i>	50,0	<i>Quercus petraea</i>	48,4
<i>Alnus glutinosa</i>	50,0	<i>Juniperus thurifera</i>	47,5	<i>Quercus pyrenaica</i>	47,5
<i>Betula sp.</i>	48,5	<i>Laurus nobilis</i>	50,0	<i>Quercus robur</i>	48,4
<i>Buxus sempervirens</i>	50,5	<i>Ligustrum lucidum</i>	47,6	<i>Quercus robur</i>	48,4
<i>Calocedrus decurrens</i>	50,0	<i>Liquidambar styraciflua</i>	50,0	<i>Quercus suber</i>	47,2
<i>Carpinus betulus</i>	50,0	<i>Liriodendron tulipifera</i>	50,0	<i>Rhus coriaria</i>	50,0
<i>Catalpa bignonioides</i>	50,0	<i>Magnolia grandiflora</i>	50,0	<i>Robinia pseudoacacia</i>	47,0
<i>Cedrus sp.</i>	50,0	<i>Malus domestica</i>	50,0	<i>Salix sp.</i>	49,6
<i>Celtis australis</i>	50,0	<i>Morus sp.</i>	48,2	<i>Sambucus nigra</i>	49,5
<i>Cephalotaxus fortunei</i>	50,0	<i>Olea europaea</i>	47,3	<i>Sequoia sempervirens</i>	50,0
<i>Cercis siliquastrum</i>	50,0	<i>Photinia serrulata</i>	50,0	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	50,0
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	50,0	<i>Picea sp.</i>	49,8	<i>Sophora japonica</i>	49,2
<i>Corylus avellana</i>	50,0	<i>Pinus halepensis</i>	49,9	<i>Tamarix</i>	50,0
<i>Cupressus sp.</i>	50,0	<i>Pinus pinaster</i>	51,1	<i>Taxus baccata</i>	50,0
<i>Cydonia oblonga</i>	50,0	<i>Pinus pinea</i>	50,8	<i>Tetraclinis articulata</i>	50,0
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	50,0	<i>Pinus sylvestris</i>	50,9	<i>Thuja plicata</i>	50,0
<i>Eriobotrya japonica</i>	50,0	<i>Platanus hispanica</i>	48,5	<i>Tilia sp.</i>	50,0
<i>Euonymus europaeus</i>	50,0	<i>Platycladus orientalis</i>	50,0	<i>Ulmus minor</i>	50,0
<i>Fagus sylvatica</i>	48,6	<i>Populus sp.</i>	48,3	<i>Viburnum tinus</i>	50,8

(Fuente: Montero *et al.*, 2005 y Junta de Castilla y León, 2014b)

Debido a que el contenido de humedad afecta la relación entre masa y volumen. Por esto se distinguen distintas densidades, entre ellas la densidad básica de la madera, que es la relación entre la masa de la madera seca y su volumen en verde (Fernández-Golfin, 2003). Dado que el volumen que se ha calculado a través de un inventario de los árboles en pie es necesario conocer la densidad básica de la madera ya que se conoce el volumen en verde. Por tanto el peso seco de la madera será:

$$P_{seco} = V_{verde} \cdot D_{básica}$$

Se calcula el peso de cada ejemplar con el contenido de carbono de cada especie y la densidad básica de la madera (Cigalt Figuerola *et al.*, 2003) calculada gracias a la fórmula propuesta por Kollmann (1959), donde la densidad básica es calculada según la densidad al 12% de humedad:

$$D_b = \frac{1}{\frac{1,12}{D_{12}} + 0,1892}$$

Gracias a los cálculos estequiométricos se calcula la cantidad de dióxido de carbono presente en cada especie, obteniendo la relación de 3,67 gramos de CO₂ por cada gramo de C.

La cantidad de dióxido de carbono presente en cada ejemplar del inventario se calcula con la combinación de todos los factores anteriormente señalados. La ecuación final para el cálculo del CO₂ es la siguiente:

$$CO_2 = V \cdot D_b \cdot \frac{\%C}{100} \cdot 3,67$$

Donde:

CO₂: toneladas de dióxido de carbono (t)

V: volumen del fuste del árbol (m³)

D_b: densidad básica de la madera (t/m³)

%C: contenido de carbono de la madera (%)

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En Valladolid existen 151,33 ha de superficie de parques y jardines públicos (excluyendo las masas naturales o protectoras), que supone un 2,84% de la superficie de la ciudad. El inventario revela la presencia de 14.792 árboles (ver

Tabla 6), donde los parques muestreados contienen entre 12 y 2.915 árboles. Se encontraron 98 especies en la totalidad de los árboles medidos, siendo las especies más comunes *Platanus hispanica* (16,32 %), *Aesculus hippocastanum* (11,56 %) y *Ligustrum lucidum* (10,74 %) además del género *Populus* (11,08 %)(ver Figura 5). En cuanto a las coníferas el género con más representatividad es el género *Pinus* (6,37 %), siendo *Pinus pinea* (5,71 %) la conífera más presente en los parques.

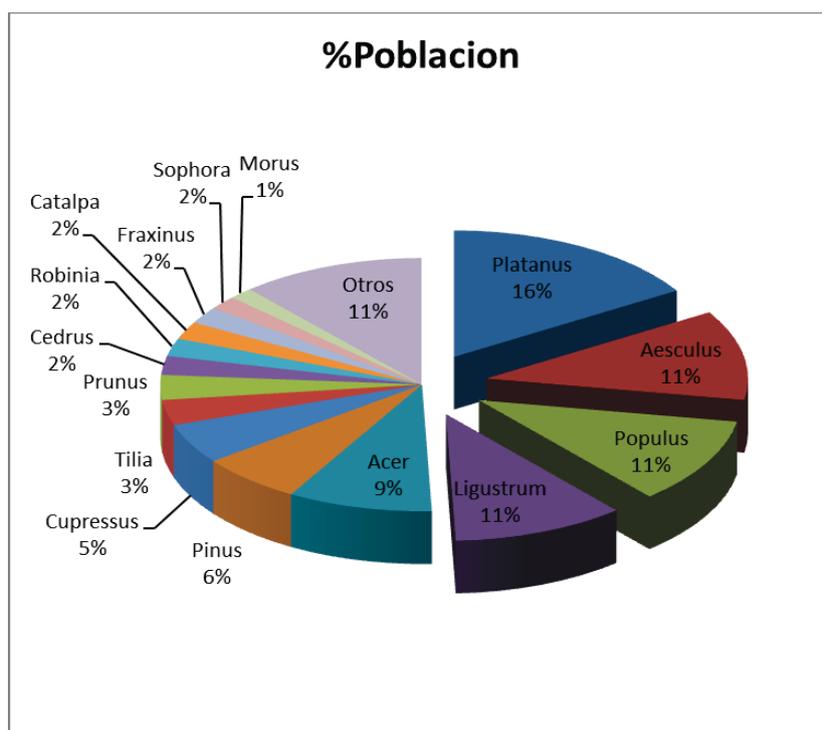


Figura 5. Distribución de géneros de los parques de Valladolid

Tabla 6. Especies en los parques y jardines de Valladolid y número total de ejemplares

FAMILIA	ESPECIE	n	%	FAMILIA	ESPECIE	n	%
Pinaceae	<i>Abies pinsapo</i>	69	0,466	Moraceae	<i>Morus nigra</i>	220	1,487
Pinaceae	<i>Abies procera</i>	5	0,034	Moraceae	<i>Morus alba</i>	3	0,02
Pinaceae	<i>Abies alba</i>	1	0,007	Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	19	0,128
Pinaceae	<i>Abies concolor</i>	1	0,007	Rosaceae	<i>Photinia serrulata</i>	54	0,365
Sapindaceae	<i>Acer pseudoplatanus</i>	900	6,084	Pinaceae	<i>Picea abies</i>	124	0,838
Sapindaceae	<i>Acer negundo</i>	306	2,069	Pinaceae	<i>Picea glauca</i>	1	0,007
Sapindaceae	<i>Acer platanoides</i>	86	0,581	Pinaceae	<i>Pinus pinea</i>	844	5,706
Sapindaceae	<i>Acer monspessulanum</i>	24	0,162	Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	63	0,426
Sapindaceae	<i>Acer campestre</i>	12	0,081	Pinaceae	<i>Pinus pinaster</i>	20	0,135
Sapindaceae	<i>Acer opalus</i>	1	0,007	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris</i>	15	0,101
Sapindaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i>	1710	11,56	Platanaceae	<i>Platanus hispanica</i>	2414	16,32
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	20	0,135	Cupressaceae	<i>Platyclusus orientalis</i>	20	0,135
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i>	3	0,02	Salicaceae	<i>Populus alba</i>	928	6,274
Betulaceae	<i>Betula pendula</i>	44	0,297	Salicaceae	<i>Populus x canadensis</i>	360	2,434
Betulaceae	<i>Betula alba</i>	1	0,007	Salicaceae	<i>Populus simonii</i>	351	2,373
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i>	16	0,108	Rosaceae	<i>Prunus cerasifera</i>	379	2,562
Cupressaceae	<i>Calocedrus decurrens</i>	9	0,061	Rosaceae	<i>Prunus avium</i>	41	0,277
Betulaceae	<i>Carpinus betulus</i>	2	0,014	Rosaceae	<i>Prunus dulcis</i>	32	0,216
Bignoniaceae	<i>Catalpa bignonioides</i>	335	2,265	Rosaceae	<i>Prunus domestica</i>	18	0,122
Pinaceae	<i>Cedrus deodara</i>	210	1,42	Rosaceae	<i>Prunus laurocerasus</i>	1	0,007
Pinaceae	<i>Cedrus atlantica</i>	149	1,007	Pinaceae	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1	0,007
Pinaceae	<i>Cedrus libani</i>	1	0,007	Rosaceae	<i>Pyrus calleryana</i>	48	0,324
Cannabaceae	<i>Celtis australis</i>	44	0,297	Rosaceae	<i>Pyrus communis</i>	6	0,041
Cephalotaxaceae	<i>Cephalotaxus fortunei</i>	33	0,223	Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	138	0,933
Fabaceae	<i>Cercis siliquastrum</i>	34	0,23	Fagaceae	<i>Quercus suber</i>	38	0,257
Cupressaceae	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	4	0,027	Fagaceae	<i>Quercus rubra</i>	21	0,142
Betulaceae	<i>Corylus avellana</i>	8	0,054	Fagaceae	<i>Quercus ilex ilex</i>	10	0,068
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	640	4,327	Fagaceae	<i>Quercus petraea</i>	3	0,02
Cupressaceae	<i>Cupressus arizonica</i>	90	0,608	Fagaceae	<i>Quercus robur</i>	3	0,02
Cupressaceae	<i>Cupressus leylandii</i>	37	0,25	Fagaceae	<i>Quercus pyrenaica</i>	1	0,007
Rosaceae	<i>Cydonia oblonga</i>	8	0,054	Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i>	3	0,02
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	36	0,243	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i>	337	2,278
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	6	0,041	Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	141	0,953
Celastraceae	<i>Euonymus europaeus</i>	6	0,041	Salicaceae	<i>Salix fragilis</i>	15	0,101
Fagaceae	<i>Fagus sylvatica</i>	13	0,088	Salicaceae	<i>Salix caprea</i>	4	0,027
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	8	0,054	Salicaceae	<i>Salix alba</i>	1	0,007
Oleaceae	<i>Fraxinus ornus</i>	151	1,021	Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	1	0,007
Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i>	135	0,913	Cupressaceae	<i>Sequoia sempervirens</i>	2	0,014
Oleaceae	<i>Fraxinus angustifolia</i>	34	0,23	Cupressaceae	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	24	0,162
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	8	0,054	Fabaceae	<i>Sophora japonica</i>	261	1,764
Fabaceae	<i>Gleditsia triacanthos</i>	17	0,115	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	11	0,074
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i>	78	0,527	Taxaceae	<i>Taxus baccata</i>	108	0,73
Cupressaceae	<i>Juniperus thurifera</i>	8	0,054	Cupressaceae	<i>Tetraclinis articulata</i>	5	0,034
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	47	0,318	Cupressaceae	<i>Thuja plicata</i>	1	0,007
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	1588	10,736	Tiliaceae	<i>Tilia platyphyllos</i>	440	2,975
Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	74	0,5	Tiliaceae	<i>Tilia cordata</i>	37	0,25
Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i>	17	0,115	Tiliaceae	<i>Tilia tomentosa</i>	4	0,027
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>	42	0,284	Ulmaceae	<i>Ulmus minor</i>	139	0,94
Rosaceae	<i>Malus domestica</i>	3	0,02	Adoxaceae	<i>Viburnum tinus</i>	8	0,054

Se agrupan los parques dependiendo de sus características en tres grandes grupos (ver Tabla 7), dependiendo si son parques poco densos o de reciente creación, parques densos y por último parques de ribera.

Tabla 7. Tipos de parques atendiendo a la singularidad

SINGULARIDAD	TIPO DE PARQUE
0	Poco densos o de reciente creación
1	Parques densos
2	Parques de ribera

La mayoría de los ejemplares medidos pertenecen a diámetros de pequeño calibre, concretamente un 62 % de la población tiene diámetros menores de 22,5 cm. Como se puede ver en la Figura 6 la población del conjunto de árboles, muestra que los individuos de menores clases diamétricas están más presentes.

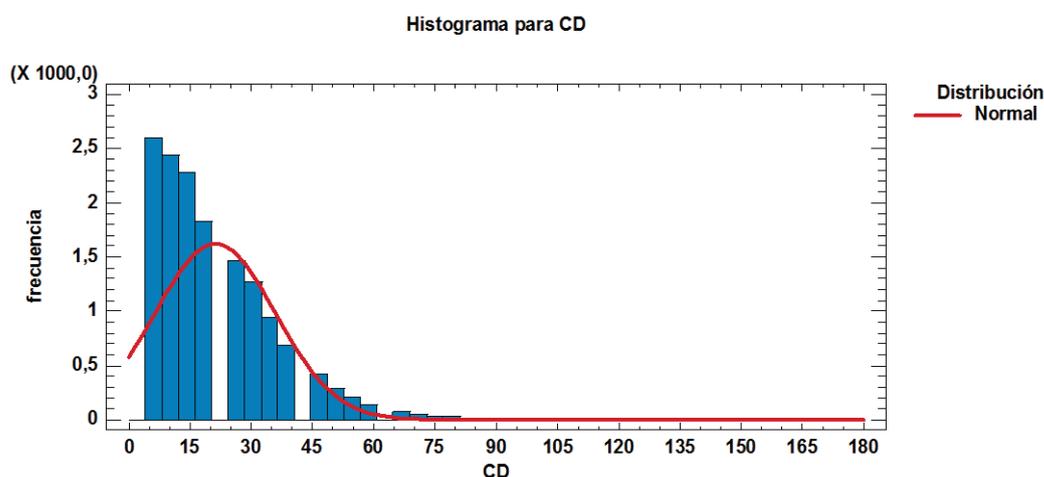


Figura 6. Distribución diamétrica del inventario de vegetación

Analizando la Figura 6, se observa que la población no se ajusta a una distribución normal, como ya se comentó en el párrafo anterior, la población tiende a ser mayor cuanto menos diámetro. Sin embargo, si analizamos la distribución para cada especie, para cada parque o para cada tipo de parque, la población tiende a la normalidad de los datos. En el siguiente ejemplo así se demuestra, analizando los datos de diámetro normal (D_n) para la especie *Ligustrum lucidum* en el parque 179.

Se realiza un ajuste de datos no censurados para los datos de diámetro normal del parque 179 para la especie en cuestión, obteniendo los siguientes resultados:

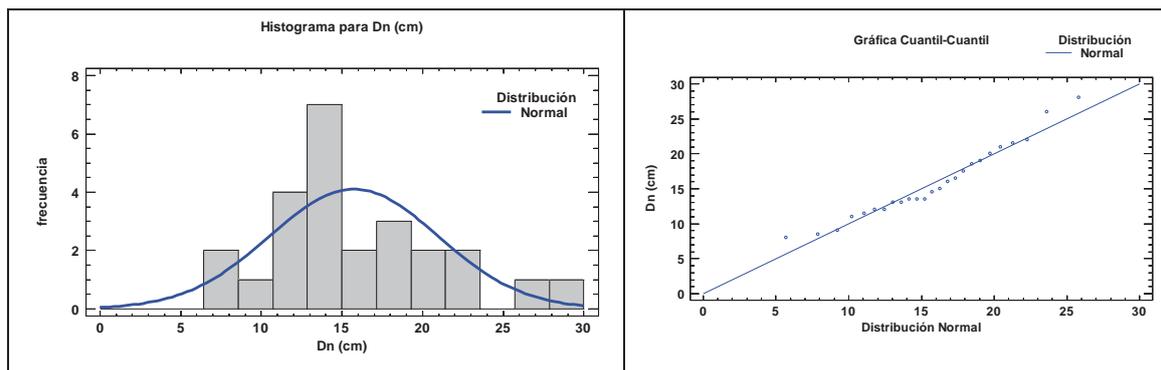


Figura 7. Histograma y Gráfico Cuantil-Cuantil del Dn para la especie *Ligustrum lucidum* en el parque 179

Gráficamente, los datos según la Figura 7 se asemejan a una distribución normal, realizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk nos proporciona un p-valor de 0,293935. Dado que el p-valor es mayor de 0,05 podemos asumir la normalidad de los datos.

En el Anejo 1 podemos ver las pruebas de normalidad para los datos de las regresiones realizadas. Al aceptar la normalidad de los datos podemos aplicar los test de estadística lineal habituales. A continuación, en la Tabla 8, podemos ver las regresiones realizadas con su ecuación y el coeficiente de determinación ajustado.

Tabla 8. Ecuaciones de regresión utilizadas para las distintas especies

GÉNERO/ESPECIE	SING	ECUACIÓN	R ² ajustado
<i>Abies, Cedrus, Picea, Pseudotsuga</i>	0/1/2	$H(m) = \exp(-0,545598 + 0,920427 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)}))$	84,1809
<i>Pinus pinaster, Pinus pinea, Pinus sylvestris</i>	0/1	$H(m) = \exp(-1,34698 + 1,00921 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)}))$	81,0277
<i>Pinus pinaster, Pinus pinea</i>	2	$H(m) = \exp(2,13977 + 0,0956083 \cdot \sqrt{Dn \text{ (cm)}})$	41,9272
<i>Pinus halepensis</i>	0/1/2	$H(m) = \exp(-0,946468 + 1,00128 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)}))$	79,1048
<i>Pinus sylvestris</i>	0/1/2	$H(m) = \exp(-0,946468 + 1,00128 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)}))$	79,1048
<i>Acer</i>	0	$H(m) = 2,60771 + 0,30527 \cdot Dn \text{ (cm)}$	83,8623
<i>Acer</i>	1	$H(m) = 1/(0,0372717 + 0,39115/Dn \text{ (cm)})$	68,5551
<i>Acer</i>	2	$H(m) = 1/(0,0534981 + 0,676676/Dn \text{ (cm)})$	54,6702
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0/2	$H(m) = -3,23315 + 2,58256 \cdot \sqrt{Dn \text{ (cm)}}$	86,7196
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	$H(m) = \exp(1,37832 + 0,437221 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)}))$	76,223
<i>Ailanthus altissima</i>	0/1/2	$H(m) = \sqrt{110,716 + 0,084705 \cdot Dn \text{ (cm)}^2}$	94,4853
<i>Betula, Alnus, Corylus, Carpinus</i>	0/1/2	$H(m) = \sqrt{1,79021 + 3,02243 \cdot Dn \text{ (cm)}}$	68,1067
<i>Calocedrus, Chamaecyparis, Platycladus, Tetrachlinis, Juniperus</i>	0/1/2	$H(m) = 2,7851 + 0,0110288 \cdot Dn \text{ (cm)}^2$	79,4902
<i>Cupressus</i>	0/1/2	$H(m) = -0,678547 + 3,04916 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)})$	50,2593
<i>Sequoia, Sequoiadendron</i>	0/1/2	$H(m) = 2,76908 + 0,214916 \cdot Dn \text{ (cm)}$	69,7502

SING: Singularidad

Tabla 8 (Cont). Ecuaciones de regresión utilizadas para las distintas especies

GÉNERO/ESPECIE	SING	ECUACIÓN	R ² ajustado
<i>Catalpa</i>	0/1/2	$H (m) = \exp(0,0864461 + 0,677055 \cdot \ln(Dn (cm)))$	84,0784
<i>Liquidambar</i>	0/1/2	$H (m) = \sqrt{20,8828 + 0,0862616 \cdot Dn (cm)^2}$	68,378
<i>Celtis</i>	0/1/2	$H (m) = \exp(-0,35535 + 0,86531 \cdot \ln(Dn (cm)))$	88,1334
<i>Cephalotaxus</i>	0/1/2	$H (m) = \sqrt{17,2585 + 4,33243 \cdot Dn (cm)}$	74,9996
<i>Cercis, Gleditsia, Robinia, Sophora</i>	1	$H (m) = 1/(0,0734026 - 0,000411106 \cdot Dn (cm))$	51,5824
<i>Cercis, Gleditsia, Robinia, Sophora</i>	0/2	$H (m) = \exp(0,16919 + 0,666995 \cdot \ln(Dn (cm)))$	65,4099
<i>Cydonia, Malus, Prunus, Pyrus</i>	0/1/2	$H (m) = \exp(0,250713 + 0,612041 \cdot \ln(Dn (cm)))$	56,7585
<i>Cotoneaster, Eriobotrya, Photinia</i>	0/1/2	$H (m) = -11,1782 + 7,55916 \cdot \ln(Dn (cm))$	69,5771
<i>Elaeagnus</i>	0/1/2	$H (m) = -1,85017 + 3,17233 \cdot \ln(Dn (cm))$	54,3943
<i>Fagus, Quercus</i>	1/2	$H (m) = \sqrt{71,124 + 0,134902 \cdot Dn (cm)^2}$	91,2656
<i>Fagus, Quercus</i>	0	$H (m) = \sqrt{15,3807 + 0,082592 \cdot Dn (cm)^2}$	64,0841
<i>Morus, Ficus</i>	0/2	$H (m) = \exp(-0,175449 + 0,78753 \cdot \ln(Dn (cm)))$	82,4031
<i>Fraxinus</i>	0	$H (m) = \exp(0,534488 + 0,55848 \cdot \ln(Dn (cm)))$	71,5551
<i>Ligustrum</i>	1	$H (m) = -1,52529 + 5,9809 \cdot \ln(Dn (cm))$	65,6344
<i>Ligustrum</i>	0	$H (m) = -0,835553 + 2,16503 \cdot \ln(Dn (cm))$	69,9701
<i>Juglans</i>	1/2	$H (m) = -4,0934 + 6,78042 \cdot \ln(Dn (cm))$	62,8555
<i>Platanus</i>	2	$H (m) = 1/(0,0158675 + 0,928322/Dn (cm))$	78,6426
<i>Platanus</i>	0	$H (m) = \exp(0,556951 + 0,647276 \cdot \ln(Dn (cm)))$	85,7556
<i>Platanus</i>	1	$H (m) = 24,6212 + 0,000715109 \cdot Dn (cm)^2$	35,0587
<i>Liriodendron, Magnolia</i>	0/1/2	$H (m) = -3,18276 + 4,10857 \cdot \ln(Dn (cm))$	77,023
<i>Populus</i>	0/1	$H (m) = -14,4313 + 9,04044 \cdot \ln(Dn (cm))$	56,3465
<i>Populus</i>	2	$H (m) = \exp(0,748761 + 0,655906 \cdot \ln(Dn (cm)))$	81,6537
<i>Salix</i>	0	$H (m) = \exp(0,184534 + 0,63431 \cdot \ln(Dn (cm)))$	61,051
<i>Taxus</i>	1	$H (m) = \exp(0,356751 + 0,628653 \cdot \ln(Dn (cm)))$	78,3267
<i>Tilia</i>	0/2	$H (m) = \exp(0,318707 + 0,600369 \cdot \ln(Dn (cm)))$	76,4722
<i>Tilia</i>	1	$H (m) = \exp(0,895001 + 0,551685 \cdot \ln(Dn (cm)))$	54,9765
<i>Trachycarpus</i>	0/1/2	$H (m) = \exp(-0,971634 + 1,09055 \cdot \ln(Dn (cm)))$	76,6578
<i>Ulmus</i>	0/1/2	$H (m) = \exp(0,980187 + 0,481009 \cdot \ln(Dn (cm)))$	59,4314

SING: Singularidad

A continuación se hace un análisis de los datos inventariados. Se realiza un análisis estadístico de dispersión para las variables área basimétrica y altura (ver Tabla 9).

Tabla 9. Tabla de distribución de las variables área basimétrica y altura

VARIABLE	MEDIA	SD	IQR	n
Área Basimétrica	0.05971405	0.08094204	0.06565929	14792
Altura	12.02628	6.08887	9.5	14792

SD: Desviación estadar

IQR: Rango intercuartílico

n: tamaño de la muestra

Los resultados los podemos observar de forma gráfica en la Figura 8, representando el histograma y el boxplot de las variables analizadas.

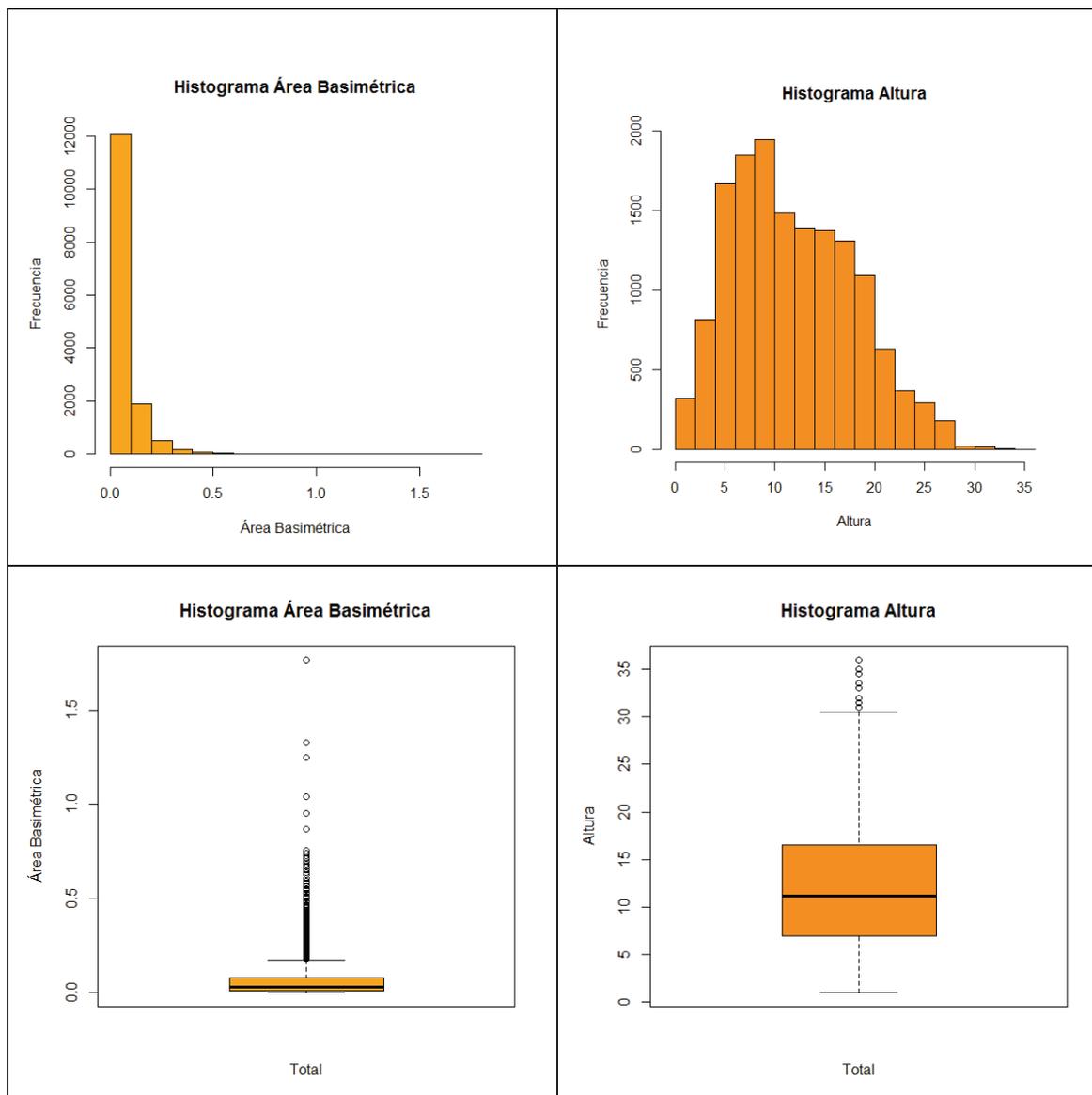


Figura 8. Histograma y boxplot de área basimétrica y altura

En la Figura 8 se observa que la mayoría de los ejemplares tienen áreas basimétricas pequeñas y se agrupan en un intervalo reducido (rango intercuartílico de 0,06565929). Por el contrario, la altura posee mayor amplitud debido a que sigue una distribución más amplia, con un rango intercuartílico de 9,5.

Debido a que se han diferenciado distintos tipos de parque atendiendo a su estructura, se procede a analizar por los distintos tipos de parques (singular 0, singular 1 y singular 2). Se realiza un análisis de distribución para las variables área basimétrica y altura, obteniendo los siguientes resultados (ver Tabla 10).

Tabla 10. Tabla de distribución de área basimétrica por singularidad

SINGULARIDAD	MEDIA	SD	IQR	n
Singular 0	0.05403814	0.07354606	0.06267477	10126
Singular 1	0.05880831	0.09026397	0.05118833	2915
Singular 2	0.09399947	0.09553473	0.08790569	1750

SD: Desviación estadar
 IQR: Rango intercuartílico
 n: tamaño de la muestra

El histograma y el boxplot para el área basimétrica se detallan en la Figura 9.

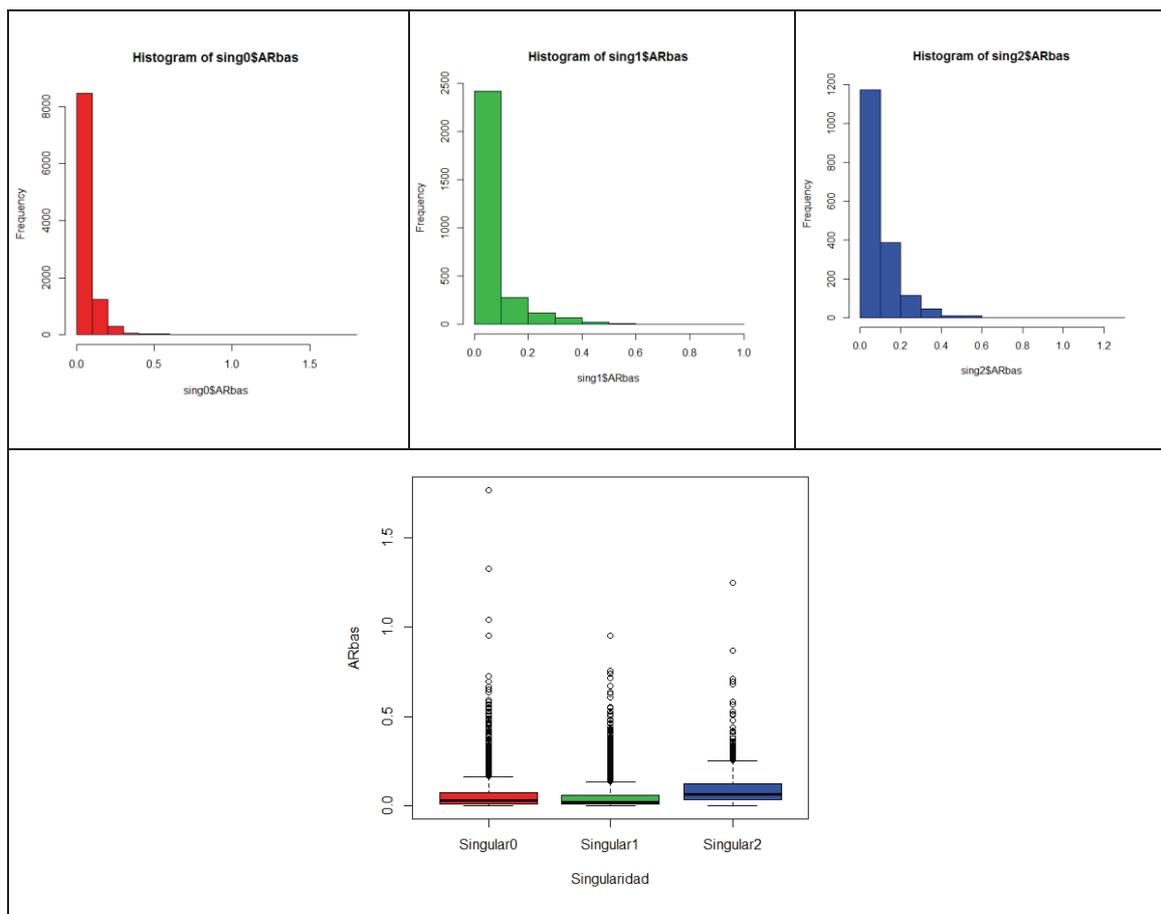


Figura 9. Histograma y boxplot de área basimétrica para las distintas singularidades

Las principales diferencias que se observan en la Figura 9 son, que lo árboles de singularidad 2 poseen un mayor área basimétrica y los árboles de singularidad 0 y 1 tienen distribuciones semejantes.

Analizada el área basimétrica, se procede de la misma forma con la altura, obteniendo los resultados de la Tabla 11.

Tabla 11. Tabla de distribución de altura por singularidad

SINGULARIDAD	MEDIA	SD	IQR	n
Singular 0	10.47125	5.547566	8.641165	10126
Singular 1	15.20778	5.446484	8.641165	2915
Singular 2	15.72874	6.420190	11.000000	1750

SD: Desviación estadar

IQR: Rango intercuartílico

n: tamaño de la muestra

El histograma y el boxplot se muestran en la Figura 10.

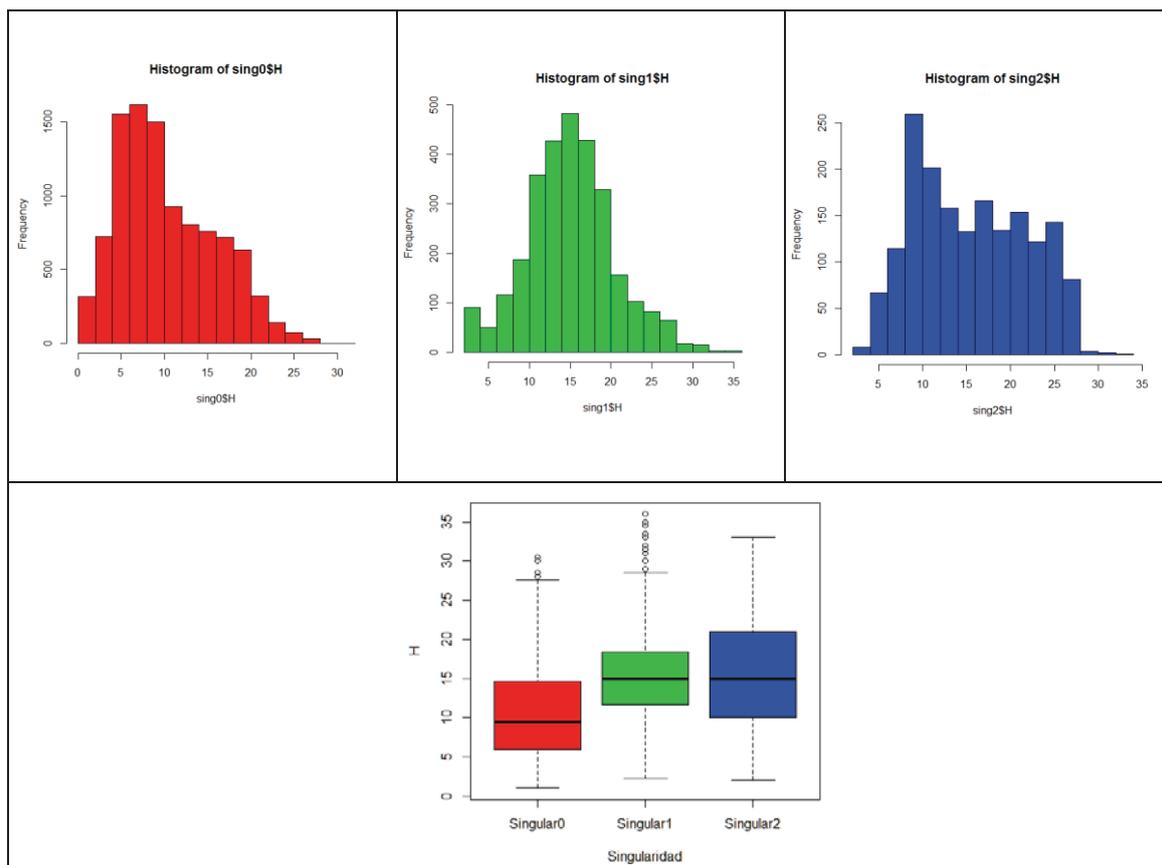


Figura 10. Histograma y boxplot de altura para las distintas singularidades

La Figura 10 nos diferencia las tres singularidades; la singularidad 1 se caracteriza por tener árboles de menor altura, estando desplaza la distribución a la izquierda. Entre las restantes singularidades so observan menos diferencias, únicamente la singularidad 2 posee una distribución más amplia.

Una vez analizada las diferencias entre singularidades, procedemos a ver las diferencias entre coníferas y frondosas, comparando igualmente el área basimétrica (ver Tabla 12) y la altura (ver Tabla 13)

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Tabla 12. Tabla de distribución de área basimetrica de coníferas y frondosas

TIPO DE ESPECIE	MEDIA	SD	IQR	n
Coníferas	0.0631054	0.08981933	0.07422013	2473
Frondosas	0.05904279	0.07902959	0.06320492	12319

SD: Desviación estadar
 IQR: Rango intercuartílico
 n: tamaño de la muestra

De forma gráfica se representa el histograma y boxplot para el área basimétrica en la Figura 11.

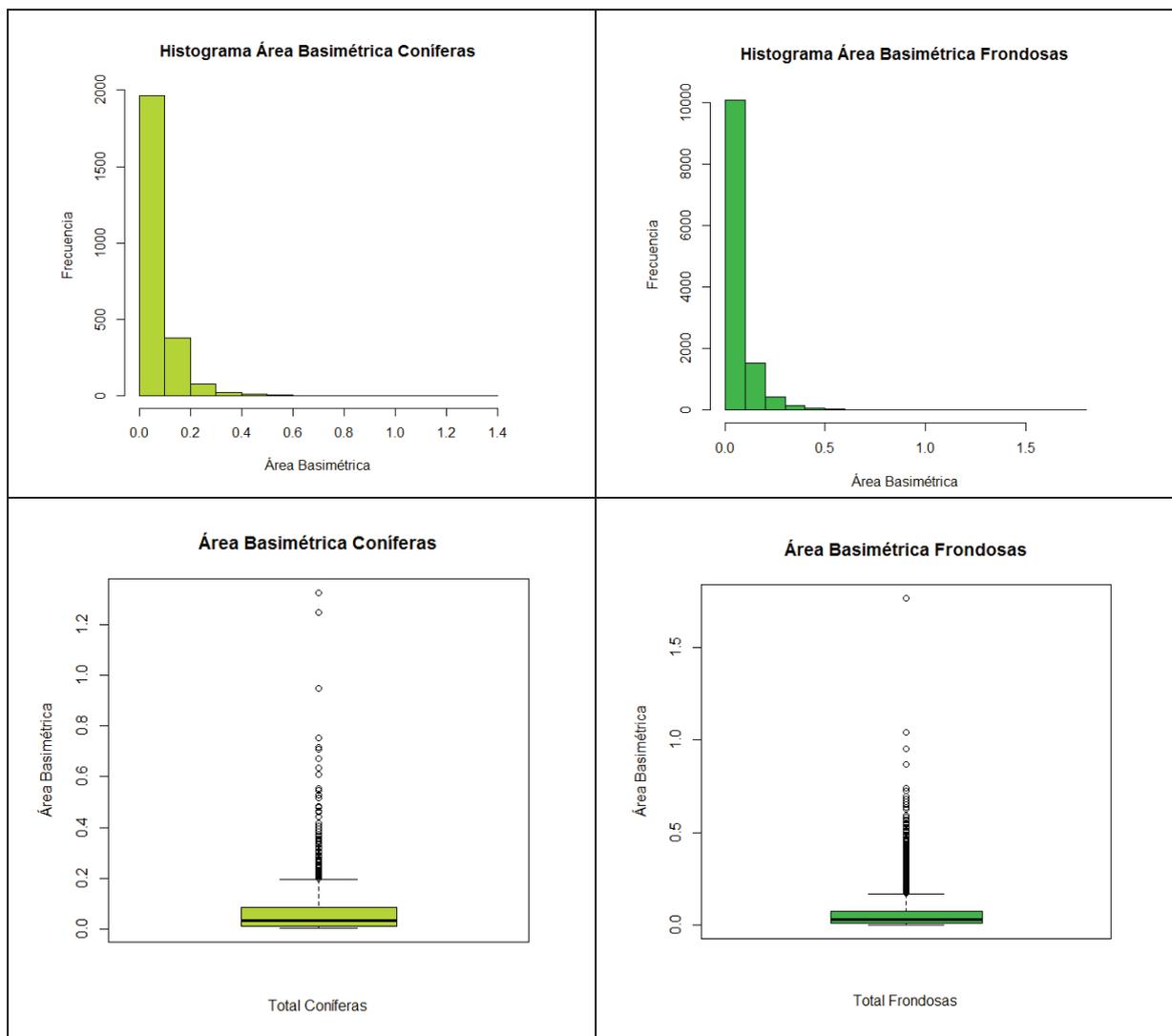


Figura 11. Histograma y boxplot de área basimétrica para coníferas y frondosas

Tabla 13. Tabla de distribución de altura de coníferas y frondosas

TIPO DE ESPECIE	MEDIA	SD	IQR	n
Coníferas	8.735555	5.77942	5.413573	2473
Frondosas	12.68843	5.932382	9.000000	12319

SD: Desviación estadar
 IQR: Rango intercuartílico
 n: tamaño de la muestra

De forma gráfica se representa el histograma y boxplot para el área basimétrica en la Figura 12.

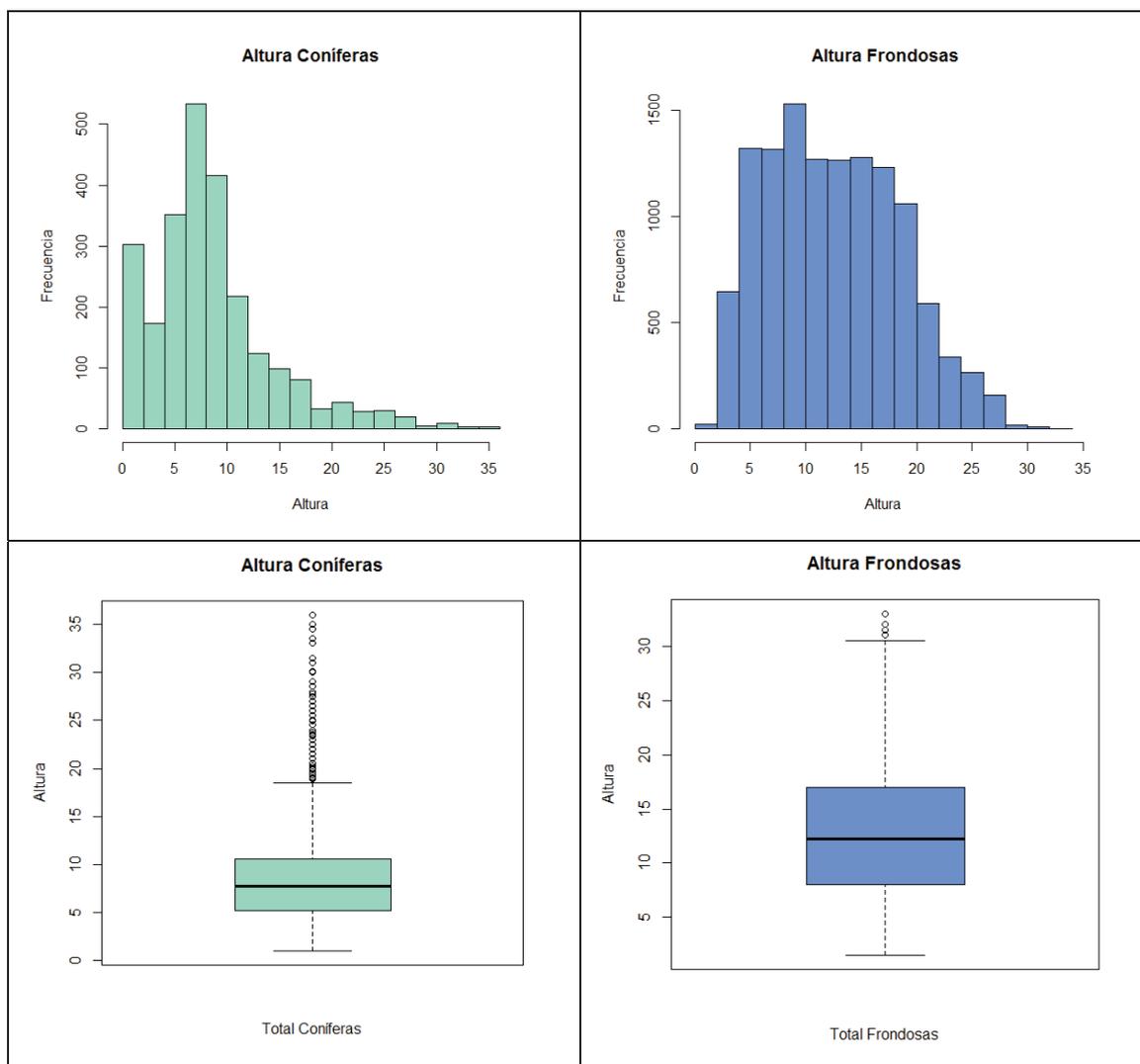


Figura 12. Histograma y boxplot de altura para coníferas y frondosas

La principal diferencia entre las figuras anteriores radica en la altura, que en frondosas es significativamente mayor que en las coníferas, teniendo mayor amplitud de alturas. En cuanto al área basimétrica no se encuentran diferencias significativas.

Por último se comparan el área basimétrica (ver Tabla 14) y la altura (ver Tabla 15) diferenciando la singularidad y dividiendo entre coníferas y frondosas.

Tabla 14. Tabla de distribución de área basimétrica de coníferas y frondosas y los distintos tipos de singularidad

TIPO DE ESPECIE	SINGULARIDAD	MEDIA	SD	IQR	n
Coníferas	Singular 0	0.04874245	0.0656080	0.06520768	2008
Coníferas	Singular 1	0.13787372	0.1639031	0.16912568	235
Coníferas	Singular 2	0.11210645	0.1093349	0.07045022	230
Frondosas	Singular 0	0.05534804	0.07532702	0.06175193	8118
Frondosas	Singular 1	0.05187534	0.07693734	0.04498859	2680
Frondosas	Singular 2	0.09125960	0.09300275	0.08576057	1520

sd: Desviación estadar
IQR: Rango intercuartílico
n: tamaño de la muestra

Tabla 15. Tabla de distribución de altura de coníferas y frondosas y los distintos tipos de singularidad

TIPO DE ESPECIE	SINGULARIDAD	MEDIA	SD	IQR	n
Coníferas	Singular 0	7.060393	3.886099	4.631963	2008
Coníferas	Singular 1	16.365972	8.237575	14.500000	235
Coníferas	Singular 2	15.564148	5.261281	6.875000	230
Frondosas	Singular 0	11.31493	5.573585	9.030400	8118
Frondosas	Singular 1	15.10622	5.119690	6.135524	2680
Frondosas	Singular 2	15.75364	6.578919	11.500000	1520

SD: Desviación estadar
IQR: Rango intercuartílico
n: tamaño de la muestra

Así mismo, se realizan los histogramas y boxplot de las anteriores tablas, los resultados se muestran en la Figura 13 y Figura 14 .

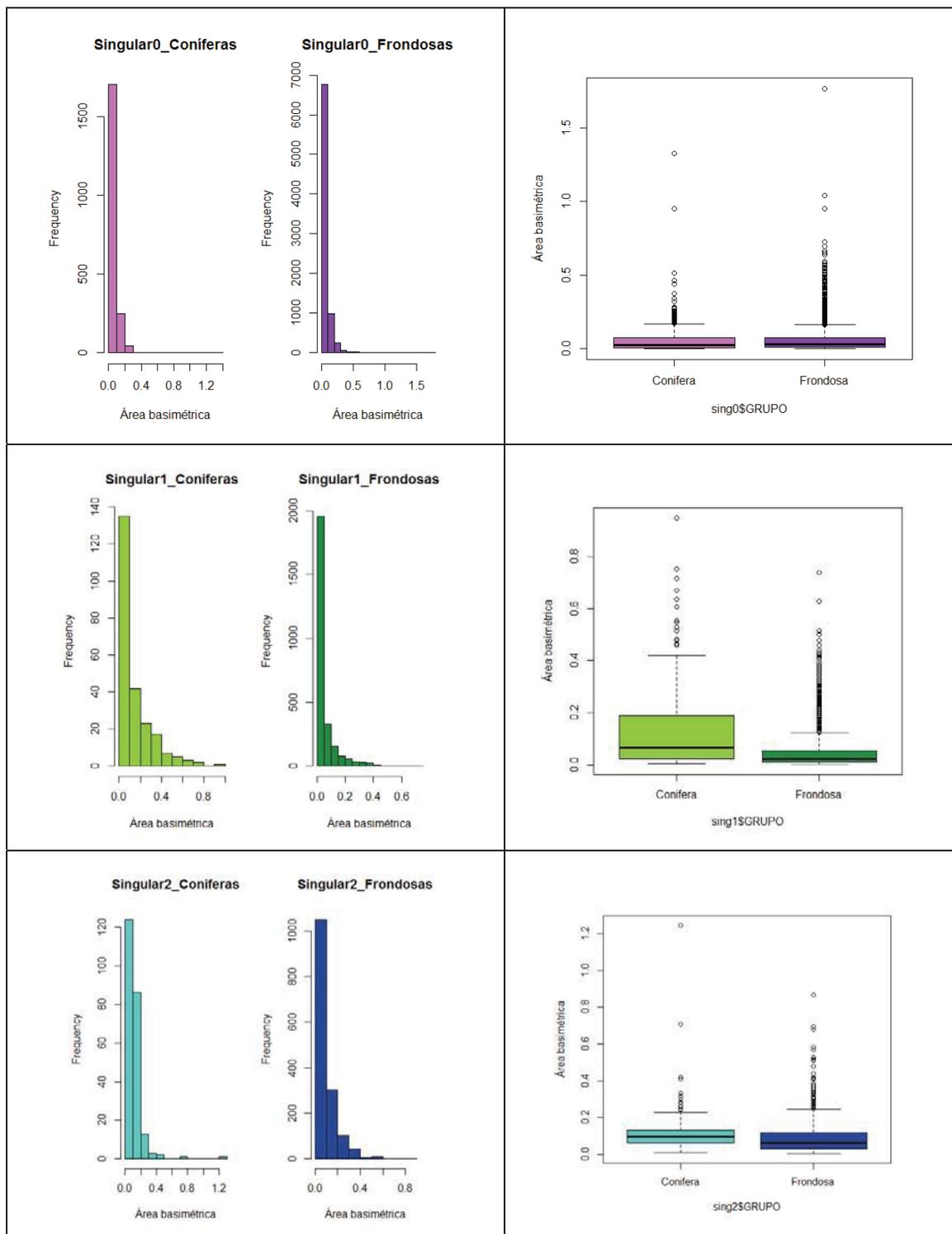


Figura 13. Histograma y boxplot de área basimétrica para las diferentes singularidades y tipo de especie

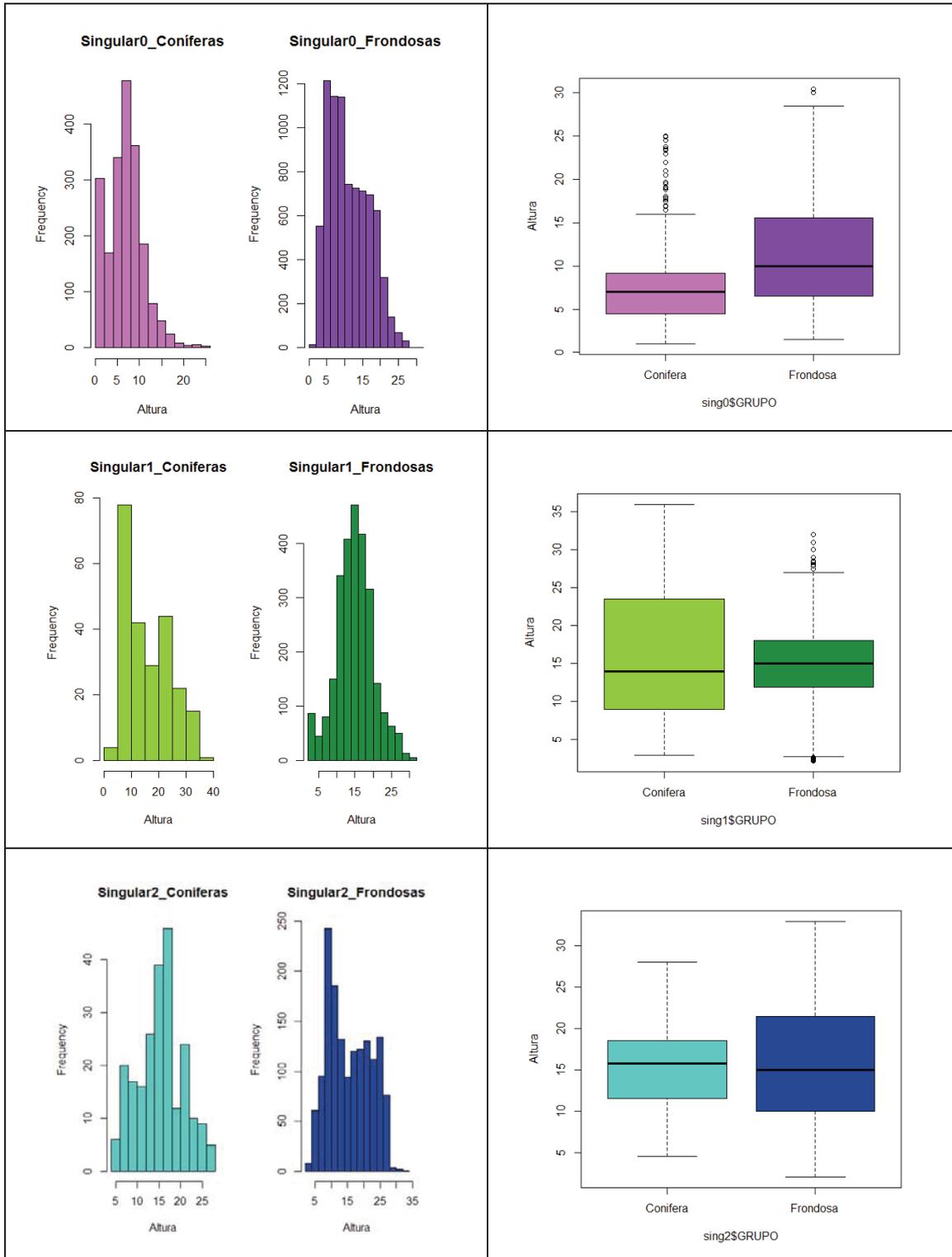


Figura 14. Histograma y boxplot de altura para las diferentes singularidades y tipo de especie

La Figura 13 y Figura 14 representa gráficamente las características de la distribución de cada una de las variables divididas por los grupos singularidad y tipo de

especie. En singularidad 0 tenemos ejemplares con un diámetro menor y una distribución de área basimétrica uniforme entre coníferas y frondosas, sin embargo la altura de las frondosas resulta mayor que en las coníferas y con un rango de amplitud mayor

La singularidad 1 se caracteriza por tener mayores diámetros en coníferas que en frondosas con rango de amplitud mayor. La mayoría de las frondosas tienen diámetros pequeños. Con respecto a la altura sucede de una forma similar, no obstante, la altura media resulta semejante pero con distinto rango de amplitud y en coníferas encontramos ejemplares más altos.

Por último, la singularidad 2 posee ejemplares de diámetros similares entre coníferas y frondosas pero la altura en las frondosas resulta mayor, a pesar de tener alturas medias parecidas, el rango de amplitud es mayor en las frondosas.

Finalmente, se realiza un ANOVA bajo las condiciones de independencia, normalidad y homocedasticidad. La normalidad de los datos se demuestra en el Anejo 1. con las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. Para confirmar la homocedasticidad realizamos el test de Bartlett para ver la homogeneidad de varianzas (ver Tabla 16).

Tabla 16. Test de Bartlett de singularidad y área basimétrica y altura

VARIABLE	Bartlett's K ²	GL	p-valor
Área basimétrica	352.1165	2	< 2.2e-16
Altura	76.5348	2	< 2.2e-16

GL: grados de libertad

Dado que el p-valor de ambos test son menores a 0,05, asumimos que se trata de muestras homocedásticas.

Dado que se cumplen los requisitos de independencia, homocedasticidad y normalidad, se procede a calcular la tabla ANOVA (ver Tabla 17) para la singularidad y área basimétrica y altura.

Tabla 17. ANOVA de singularidad y área basimétrica y altura

VARIABLE	GL	SC	RMS	F-valor	Pr>F
Área basimétrica - Singularidad	2	2.39	1.1929	186.7	<2e-16
Residuos	14788	94.47	0.00064		
Altura - Singularidad	2	77981	38990	1226	<2e-16
Residuos	14788	470135	32		

GL: grados de libertad
 SC: Suma de cuadrados
 RMS: media cuadrática

La Tabla 17 ANOVA descompone la varianza de área basimétrica por un lado y altura por otro en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. F-valor es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que ambos P-valor de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de altura basimétrica y altura entre un nivel de Singularidad y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras realizamos una prueba de múltiples rangos, el Test HSD de Tukey para el área basimétrica (ver Tabla 18 y Tabla 19) y la altura (ver Tabla 20 y Tabla 21).

Tabla 18. Test de HSD de Tukey para área basimétrica por singularidad

Singularidad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Singular0	10126	0,0540381	X
Singular1	2915	0,0588083	X
Singular2	1750	0,0939995	X

Tabla 19. Diferencias significativas entre singularidades por área basimétrica

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Singular0 - Singular1	*	-0,00477017	0,00393758
Singular0 - Singular2	*	-0,0399613	0,00484964
Singular1 - Singular2	*	-0,0351912	0,005665

* indica una diferencia significativa

Tabla 20. Test de HSD de Tukey para altura por singularidad

Singularidad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Singular0	10126	10,4724	X
Singular1	2915	15,2066	X
Singular2	1750	15,7281	X

Tabla 21. Diferencias significativas entre singularidades por altura

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Singular0 - Singular1	*	-4,7342	0,277832
Singular0 - Singular2	*	-5,25564	0,342186
Singular1 - Singular2	*	-0,521436	0,399717

* indica una diferencia significativa

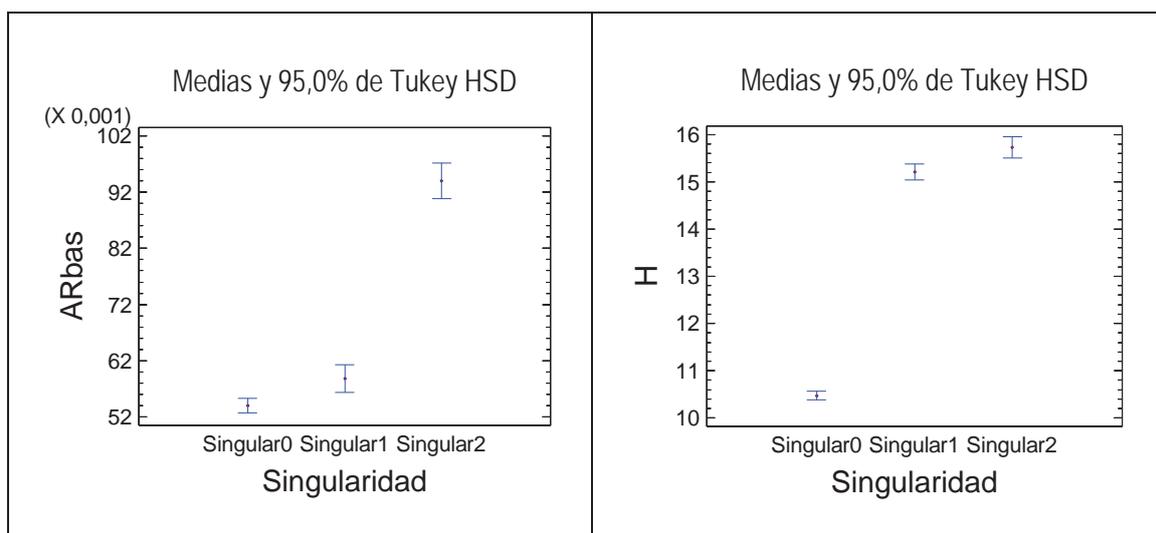


Figura 15. Gráfico de medias de HSD Tukey de singularidad para área basimétrica y altura

De la prueba de múltiples rangos junto con la Figura 15, podemos confirmar que existen diferencias significativas entre los distintos tipos de singularidades, tanto en altura como en diámetro. El análisis discriminante de la Tabla 22 y Figura 16 nos devuelve un 64,26 % de casos clasificados correctamente

Tabla 22. Tabla de clasificación del análisis discriminante

Singularidad	Tamaño de Grupo	Predicho Singularidad		
		Singular0	Singular1	Singular2
Singular0	10126	6495 (64,14%)	814 (8,04%)	2817 (27,82%)
Singular1	2915	264 (9,06%)	2329 (79,90%)	322 (11,05%)
Singular2	1750	664 (37,94%)	405 (23,14%)	681 (38,91%)

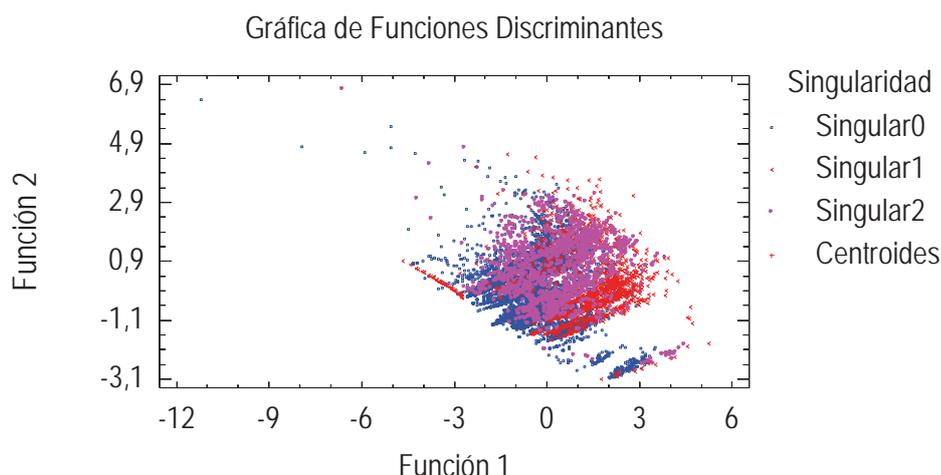


Figura 16. Gráfica de funciones discriminantes

CARBONO EN LA VEGETACIÓN

Se analiza en cada parque la cantidad de carbono almacenado por cada especie. Con el apoyo de las regresiones altura-diámetro y las ecuaciones mencionadas en el anterior apartado (

4. MATERIAL Y MÉTODOS), obtenemos la cantidad de carbono que almacena cada especie en cada parque.

Los valores de densidad básica para cada una de las especies inventariadas se muestran en la Tabla 23:

Tabla 23. Densidad básica (t/m^3) para las especies inventariadas

ESPECIE	D_b	ESPECIE	D_b	ESPECIE	D_b
Abies alba	0,32	Euonymus europaeus	0,551	Prunus domestica	0,501
Abies concolor	0,37	Fagus sylvatica	0,552	Prunus dulcis	0,501
Abies pinsapo	0,35	Ficus carica	0,464	Prunus laurocerasus	0,501
Abies procera	0,37	Fraxinus angustifolia	0,53	Pseudotsuga menziesii	0,449
Acer campestre	0,53	Fraxinus excelsior	0,559	Pyrus calleryana	0,486
Acer monspessulanum	0,5	Fraxinus ornus	0,54	Pyrus communis	0,486
Acer negundo	0,42	Ginkgo biloba	0,471	Quercus ilex	0,697
Acer opalus	0,5	Gleditsia triacanthos	0,523	Quercus ilex ilex	0,697
Acer platanoides	0,5	Juglans regia	0,537	Quercus petraea	0,58
Acer pseudoplatanus	0,48	Juniperus thurifera	0,501	Quercus pyrenaica	0,601
Aesculus hippocastanum	0,39	Laurus nobilis	0,53	Quercus robur	0,566
Ailanthus altissima	0,435	Ligustrum lucidum	0,508	Quercus rubra	0,508

Tabla 23 (Cont). Densidad básica (t/m^3) para las especies inventariadas

ESPECIE	D _b	ESPECIE	D _b	ESPECIE	D _b
Alnus glutinosa	0,434	Liquidambar styraciflua	0,434	Quercus suber	0,65
Betula alba	0,543	Liriodendron tulipifera	0,381	Rhus coriaria	0,552
Betula pendula	0,486	Magnolia grandiflora	0,412	Robinia pseudoacacia	0,552
Buxus sempervirens	0,697	Malus domestica	0,537	Salix alba	0,373
Calocedrus decurrens	0,35	Morus alba	0,472	Salix babylonica	0,36
Carpinus betulus	0,643	Morus nigra	0,472	Salix caprea	0,404
Catalpa bignonioides	0,434	Olea europaea	0,657	Salix fragilis	0,404
Cedrus atlantica	0,464	Photinia serrulata	0,508	Sambucus nigra	0,427
Cedrus deodara	0,472	Picea abies	0,377	Sequoia sempervirens	0,319
Cedrus libani	0,472	Picea glauca	0,33	Sequoiadendron giganteum	0,319
Celtis australis	0,486	Pinus halepensis	0,493	Sophora japonica	0,486
Cephalotaxus fortunei	0,396	Pinus pinaster	0,427	Tamarix	0,472
Cercis siliquastrum	0,522	Pinus pinea	0,479	Taxus baccata	0,559
Chamaecyparis lawsoniana	0,411	Pinus sylvestris	0,449	Tetraclinis articulata	0,46
Corylus avellana	0,501	Platanus hispanica	0,404	Thuja plicata	0,319
Cupressus arizonica	0,479	Platycladus orientalis	0,271	Tilia cordata	0,442
Cupressus leylandii	0,479	Populus alba	0,373	Tilia platyphyllos	0,472
Cupressus sempervirens	0,479	Populus simonii	0,373	Tilia tomentosa	0,442
Cydonia oblonga	0,594	Populus x canadensis	0,358	Ulmus minor	0,516
Elaeagnus angustifolia	0,58	Prunus avium	0,501	Viburnum tinus	0,58
Eriobotrya japonica	0,629	Prunus cerasifera	0,501		

A continuación, se muestra un ejemplo del proceso empleado para cada parque:

Se estudia el carbono almacenado en el parque 150 para la especie *Pinus pinea*. Primeramente se realiza la regresión altura-diámetro para dicha especie, para ello en el paquete estadístico de Statgraphics se analizan los datos obteniendo los siguientes resultados de la regresión:

$$H = e^{-1,34698+1,00921 \cdot \ln Dn}$$

Coefficiente de correlación = 0,90

$R^2 = 81,07 \%$

Donde:

H: altura (m)

Dn: diámetro normal (cm)

En la Figura 17 obtenemos el gráfico de residuos contra predichos, que como se puede observar los residuos están comprendidos entre -3 y 3 y se corresponde con una nube de puntos completamente aleatoria, sin formas ni tendencias que sugieran un mal ajuste.

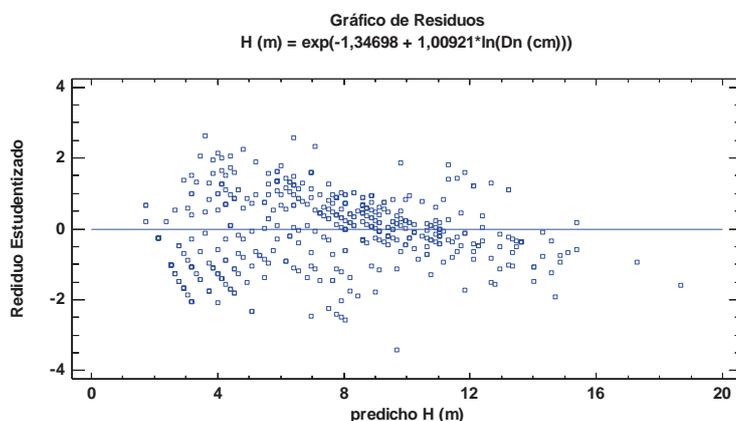


Figura 17. Gráfico de residuos-predichos H de altura-diámetro de *Pinus pinea* y singularidad 0

Para corroborar la regresión, se comprueba la normalidad de los residuos, debido a la cantidad de los datos se realiza el test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, obteniendo un p-valor de 0,1886. Por tanto, los datos provienen de una distribución normal, como así lo confirma el gráfico cuantil-cuantil de la Figura 18. Los datos se ajustan a una distribución normal, separándose de la misma en sus extremos.

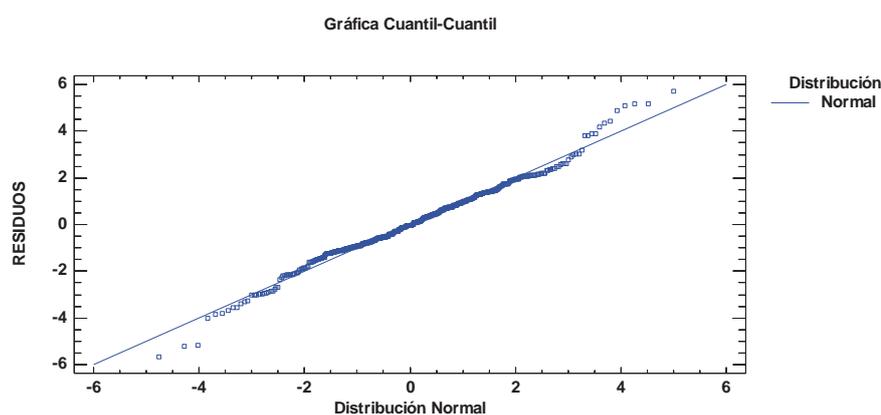


Figura 18. Gráfico Cuantil-Cuantil de los residuos de la regresión anterior

Obtenidas las alturas de los ejemplares de *Pinus pinea* del parque 150, se procede a calcular el volumen con corteza. Para esta especie se ha optado por la

ecuación de Tercer Inventario Forestal para la provincia de Valladolid, que se corresponde con la siguiente ecuación:

$$V_{cc} = 0,0015522 \cdot D_n^{1,87059} \cdot H^{0,49633}$$

Donde:

V_{cc} : volumen del fuste con corteza (dm³)

D_n : diámetro normal (mm)

H : altura del fuste (m)

De igual modo se calcula el volumen sin corteza con los mismos datos de partida, aplicando la siguiente ecuación:

$$V_{sc} = -1,75 + 0,6878672 \cdot V_{cc} + 0,0001178 \cdot V_{cc}^2$$

Donde:

V_{sc} : volumen del fuste sin corteza (dm³)

V_{cc} : volumen del fuste con corteza (dm³)

Con la densidad básica de *Pinus pinea* (ver Tabla 23) y el volumen sin corteza se calcula el peso de cada uno de los ejemplares del parque en cuestión. Aplicando a estos valores los factores de porcentaje de carbono para la especie (ver Tabla 5) y el factor de conversión a dióxido de carbono, obtenemos la cantidad de CO₂ que almacenan los ejemplares de *Pinus pinea* en el parque 150, obteniendo como resultado un total de 5,558 toneladas de dióxido de carbono.

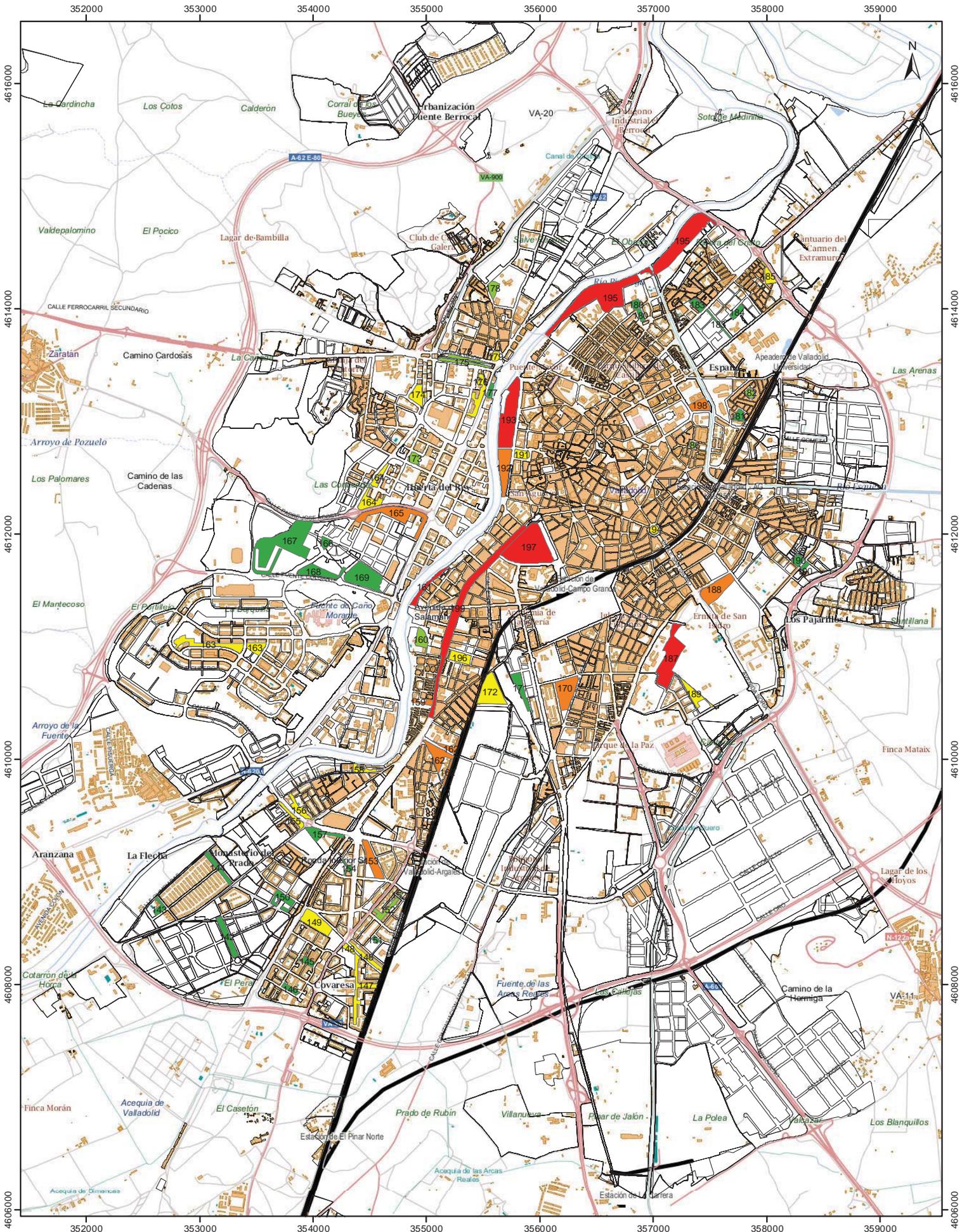
Aplicando la misma metodología para cada uno de los parques y para cada una de las especies obtenemos el carbono almacenado en el conjunto de parques de Valladolid.

El carbono almacenado en los 58 parques de Valladolid en el año 2014 se estima que fue de 3.148,264 toneladas de CO₂ (ver Tabla 24), lo que equivale a una cifra media de 59,110 t CO₂/km² para el área urbana de Valladolid. El parque que más

carbono almacena con diferencia es el parque 197, denominado “Campo Grande”, almacenando 792,174 t de CO₂ que se corresponde con el parque que más densidad de árboles tiene, 288 pies/ha. Sin embargo el parque que almacena más carbono por superficie es el parque 161 denominado “Paseo del Cid” con 110,422 t CO₂/ha, seguido del parque 159. En el Plano 1. y Plano 2. vemos por códigos de colores los parques que el almacenan más CO₂ y el almacenamiento de CO₂ por unidad de superficie.

Tabla 24. Cantidad de carbono total y por hectárea de cada parque

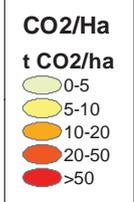
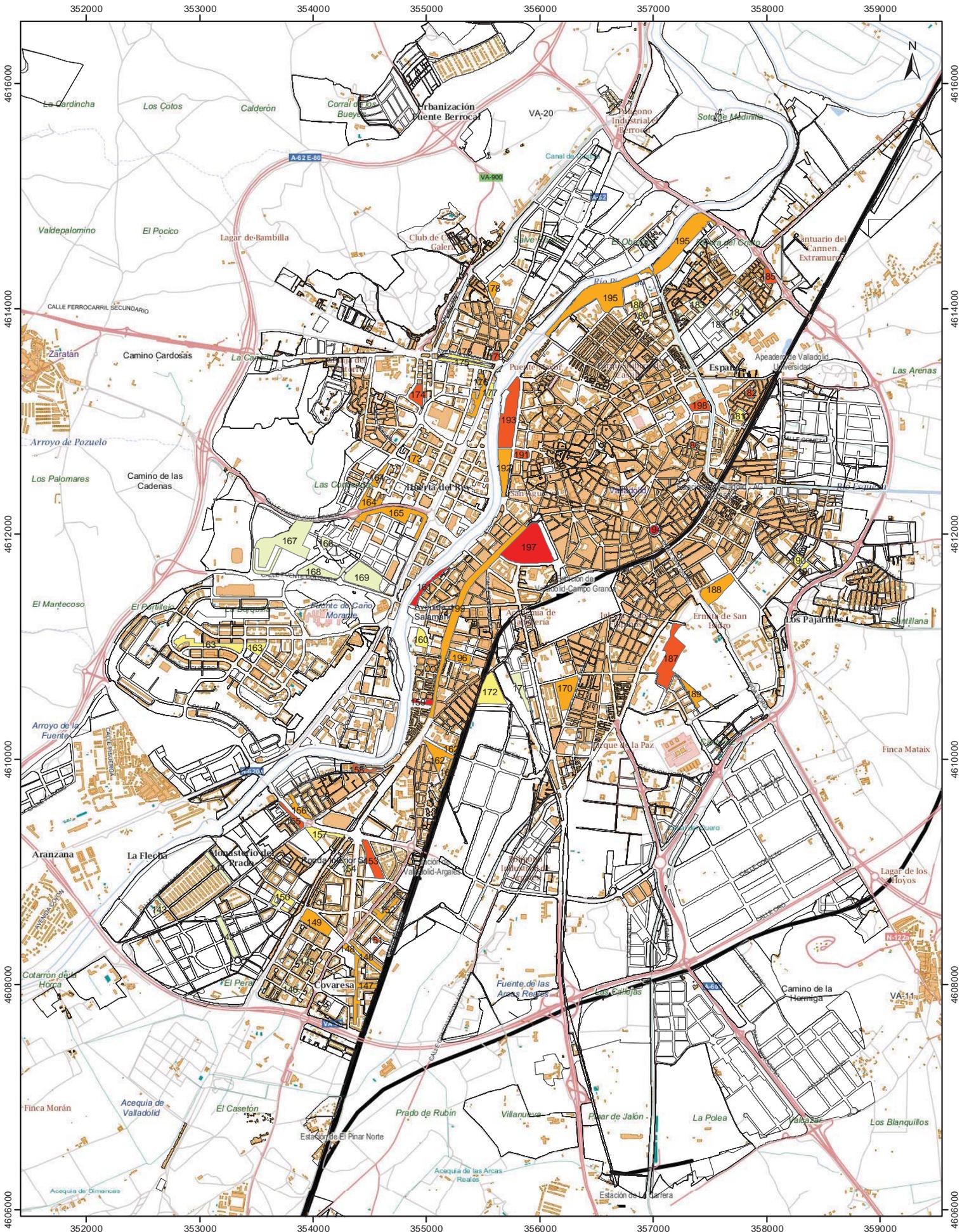
PARQ.	Nº Pies	Sup. (m ²)	N pies/ha	t CO ₂	CO ₂ /ha	PARQ.	Nº Pies	Sup. (m ²)	N pies/ha	t CO ₂	CO ₂ /ha
142	199	18.860	106	3,338	1,77	171	111	18.418	60	2,666	1,447
143	12	7.366	16	1,709	2,32	172	132	43.295	30	43,166	9,97
144	22	11.888	19	1,102	0,927	173	146	8.586	170	11,121	12,952
145	38	5.920	64	1,224	2,068	174	107	17.232	62	47,811	27,745
146	34	6.323	54	1,484	2,346	175	142	17.277	82	10,467	6,058
147	410	25.117	163	34,425	13,706	176	250	20.048	125	38,237	19,073
148	111	15.704	71	31,406	19,999	177	62	5.369	115	3,77	7,022
149	260	30.954	84	43,914	14,187	178	134	10.057	133	15,566	15,477
150	128	15.109	85	8,424	5,576	179	78	4.867	160	21,49	44,151
151	61	3.087	198	7,515	24,345	180	99	9.709	102	8,14	8,384
152	296	12.915	229	17,482	13,536	181	174	7.050	247	4,835	6,859
153	428	25.201	170	68,494	27,179	182	56	4.931	114	12,963	26,286
154	76	4.232	180	3,703	8,749	183	174	13.723	127	1,33	0,969
155	163	9.179	178	20,545	22,381	184	101	7.263	139	0,859	1,183
156	178	13.321	134	21,395	16,062	185	125	9.805	127	30,609	31,219
157	160	16.596	96	9,823	5,919	186	45	2.688	167	10,931	40,674
158	106	6.918	153	26,468	38,261	187	427	63.569	67	188,329	29,626
159	113	6.111	185	59,246	96,945	188	378	38.172	99	70,391	18,441
160	122	14.383	85	12,826	8,917	189	199	16.799	118	27,951	16,639
161	225	13.994	161	154,526	110,422	190	139	9.780	142	5,06	5,174
162	339	36.794	92	69,746	18,956	191	119	9.115	131	23,623	25,917
163	255	41.191	62	33,515	8,137	192	146	32.448	45	58,598	18,059
164	249	25.602	97	39,446	15,407	193	423	70.303	60	267,802	38,092
165	352	48.094	73	73,516	15,286	194	39	5.076	77	43,45	85,591
166	91	6.731	135	1,28	1,901	195	1180	187.672	63	336,338	17,922
167	709	111.526	64	6,725	0,603	196	137	15.408	89	25,494	16,546
168	220	26.742	82	7,673	2,869	197	2915	101.376	288	792,174	78,142
169	236	52.347	45	6,008	1,148	198	160	14.927	107	56,094	37,579
170	364	38.489	95	54,841	14,248	199	637	97.600	65	167,203	17,131



CO₂ Vegetación
t CO₂ vegetación

Green	0-10
Yellow	10-20
Orange	20-50
Red	>100

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PARQUES Y JARDINES DE LA CIUDAD DE VALLADOLID		
PLANO: ALMACENAMIENTO DE CO ₂ EN LA VEGETACIÓN		
Nº PLANO: 1	FECHA: Mayo 2016	ESCALA: 1:30.000
ALUMNO: JAIME SERRANO STAMPA		ETRS89 UTM 30 N Datos: IGN e ITACYL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PARQUES Y JARDINES DE LA CIUDAD DE VALLADOLID		
PLANO: ALMACENAMIENTO DE CO₂ EN LA VEGETACIÓN POR SUPERFICIE		
Nº PLANO:	2	FECHA: Mayo 2016
ALUMNO:	JAIMÉ SERRANO STAMPA	ESCALA: 1:30.000
		ETRS89 UTM 30 N Datos: IGN e ITACYL

Según Garrido Lournaga *et al.* (2009), el almacenamiento de carbono en la ciudad de Palencia fue de 4.100 t CO₂ con 12.820 árboles inventariados, frente a las 3.148 toneladas de CO₂ de Valladolid, con 14.792 árboles inventariados. Las principales diferencias entre estos resultados radican en la madurez de los árboles. En Palencia el diámetro medio resultó de 19 cm frente a Valladolid que presentó un diámetro medio del arbolado de 15,78, siendo los parques del presente estudio más jóvenes.

Según otros estudios (McPherson *et al.*, 2013), en Los Ángeles el almacenamiento de carbono (C) fue de 8,15 t C/ha y en Sacramento 15,4 t C/ha, dicha diferencia radicaba principalmente en que Los Ángeles tenían más ejemplares con densidades más bajas y Sacramento árboles con densidades mayores. En el caso de Valladolid se obtiene un almacenamiento por superficie plantada de 5,67 t C/ha, valor notablemente inferior que el estudio citado, no obstante, el método utilizado por McPherson *et al.* (2013) difiere principalmente en la cantidad de elementos calculados para la biomasa. En el presente estudio se calculó la biomasa del fuste y en el anterior estudio la biomasa se calculó de toda la parte aérea. Estimando el contenido de carbono en el fuste entre el 60-80% del total (Carrillo Anzúres *et al.*, 2014), los valores obtenidos se engloban dentro estudios similares. A continuación se detalla el almacenamiento de carbono de la parte aérea de algunas ciudades estudiadas (ver Tabla 25):

Tabla 25. Almacenamiento de carbono en la vegetación de diferentes ciudades

Ciudad y País	Almacenamiento de carbono (t C/ha)	Referencia
Leipzig (Alemania)	11,8	Strohbach <i>et al.</i> (2012)
Karlsruhe (Alemania)	32,3	Kändler <i>et al.</i> (2011)
Leicester (Reino Unido)	31,6	Davies <i>et al.</i> (2011)
Barcelona (España)	11,2	Chaparro <i>et al.</i> (2009)
Chicago (EE.UU.)	14,1	Nowak (1994)
Oakland (EE.UU.)	11,0	Nowak (1993)

Por otra parte, las especies que más carbono almacenan por m² de área basimétrica (ver Figura 19) son las coníferas pertenecientes al género *Cedrus*, así

como el pino silvestre (*Pinus sylvestris*), almacenando entre 6 – 9 t CO₂/m² AB y 7,4 t CO₂/m² AB respectivamente.

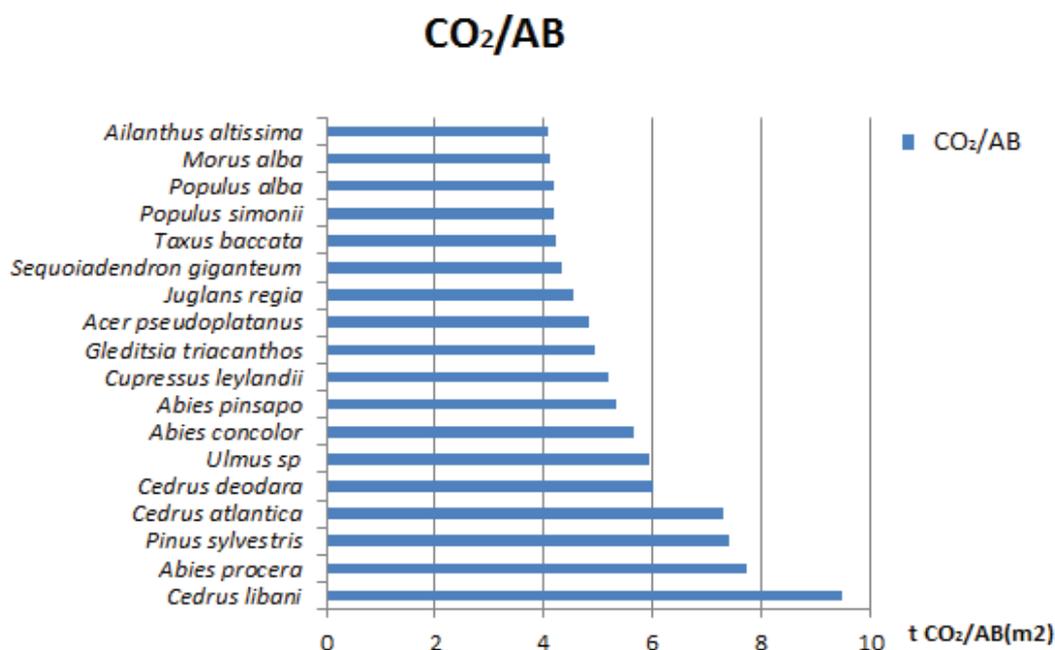


Figura 19. Relación CO₂ y área basimétrica (AB) para las principales especies

Sin embargo, de las especies que más representatividad tienen en el área de estudio, las que más carbono almacenan por m² de área basimétrica son *Acer pseudoplatanus* y *Populus alba* superando las 4 t CO₂/m² AB, coincidiendo con el estudio similar realizado en Palencia (Garrido Lournaga *et al.*, 2009).

INCREMENTO DE CO₂

Las fórmulas de cálculo de crecimiento anual del tercer Inventario Forestal Nacional (3IFN) se calculan por comparación de existencias entre el 3IFN y el segundo Inventario Forestal Nacional (2IFN). La metodología consiste en comparación de árboles de parcelas permanentes; y excluyendo los árboles que no fueron medidos en el 2IFN y árboles que no están presentes en el 3IFN, como resultado se obtiene el incremento del volumen de cada árbol (Montero *et al.*, 2005). Debido a que el periodo entre inventarios forestales en España es como media diez años, se puede obtener el volumen que la masa alcanzará con diez años vista sin obtener grandes errores.

Con la simulación realizada con vista a diez años para el crecimiento en volumen con corteza y aplicando la misma metodología para el cálculo de existencias de CO₂ para el cálculo del volumen sin corteza del fuste, en el inventario realizado en el año 2014, se estima que las reservas de CO₂ que almacenarán los parques existentes en la ciudad aumenten a 4.325,089 toneladas de CO₂ (ver Tabla 26). Este resultado supone un aumento de 1.176,825 toneladas de CO₂, que representa un 37% de aumento respecto de la situación inicial: no exista mortalidad de los árboles presentes en 2014, no se planten ejemplares nuevos y no se proceda a la creación de nuevas superficies destinadas para parques.

Tabla 26. Existencias actuales y predicción de existencias en 10 años

PARQUE	t CO ₂	t CO ₂ +10	Incremento anual CO ₂	PARQUE	t CO ₂	t CO ₂ +10	Incremento anual CO ₂
142	3,338	8,755	0,553	171	2,666	5,214	0,255
143	1,709	2,628	0,092	172	43,166	59,086	1,593
144	1,102	1,901	0,088	173	11,121	21,206	1,034
145	1,224	2,911	0,169	174	47,811	60,017	1,233
146	1,484	3,467	0,198	175	10,467	19,367	0,893
147	34,425	66,844	3,242	176	38,237	61,782	2,407
148	31,406	47,009	1,561	177	3,770	7,741	0,400
149	43,914	70,441	2,685	178	15,566	21,778	0,621
150	8,424	15,871	0,826	179	21,490	25,113	0,363
151	7,515	9,497	0,198	180	8,140	11,429	0,350
152	17,482	29,019	1,154	181	4,835	10,225	0,542
153	68,494	105,695	3,752	182	12,963	20,921	0,796
154	3,703	7,610	0,396	183	1,330	3,464	0,213
155	20,545	39,355	1,928	184	0,859	2,602	0,174
156	21,395	37,280	1,618	185	30,609	44,128	1,352
157	9,823	18,319	0,865	186	10,931	14,211	0,328
158	26,468	32,662	0,636	187	188,329	253,431	6,775
159	59,246	71,561	1,232	188	70,391	101,651	3,209
160	12,826	23,125	1,030	189	27,951	46,930	1,935
161	154,526	203,556	4,903	190	5,060	10,272	0,531
162	69,746	105,093	3,539	191	23,623	30,913	0,729
163	33,515	50,735	1,722	192	58,598	73,352	1,475
164	39,446	58,682	1,924	193	267,802	345,491	7,769
165	73,516	114,124	4,285	194	43,450	48,965	0,552
166	1,280	6,099	0,482	195	336,338	466,545	13,185
167	6,725	34,423	2,773	196	25,494	31,752	0,632
168	7,673	16,221	0,862	197	792,174	984,821	19,265
169	6,008	15,122	0,922	198	56,094	65,818	0,976
170	54,841	81,305	2,698	199	167,203	197,558	3,036

Alumno: Jaime Serrano Stampa
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Se estima que las reservas en los parques aumenten a un ritmo de 0,778 t CO₂/ha/año. Como se puede observar en la Figura 20 el incremento anual es mayor en las clases diamétricas inferiores, debido principalmente a la existencia de numerosos ejemplares con diámetros pequeños.

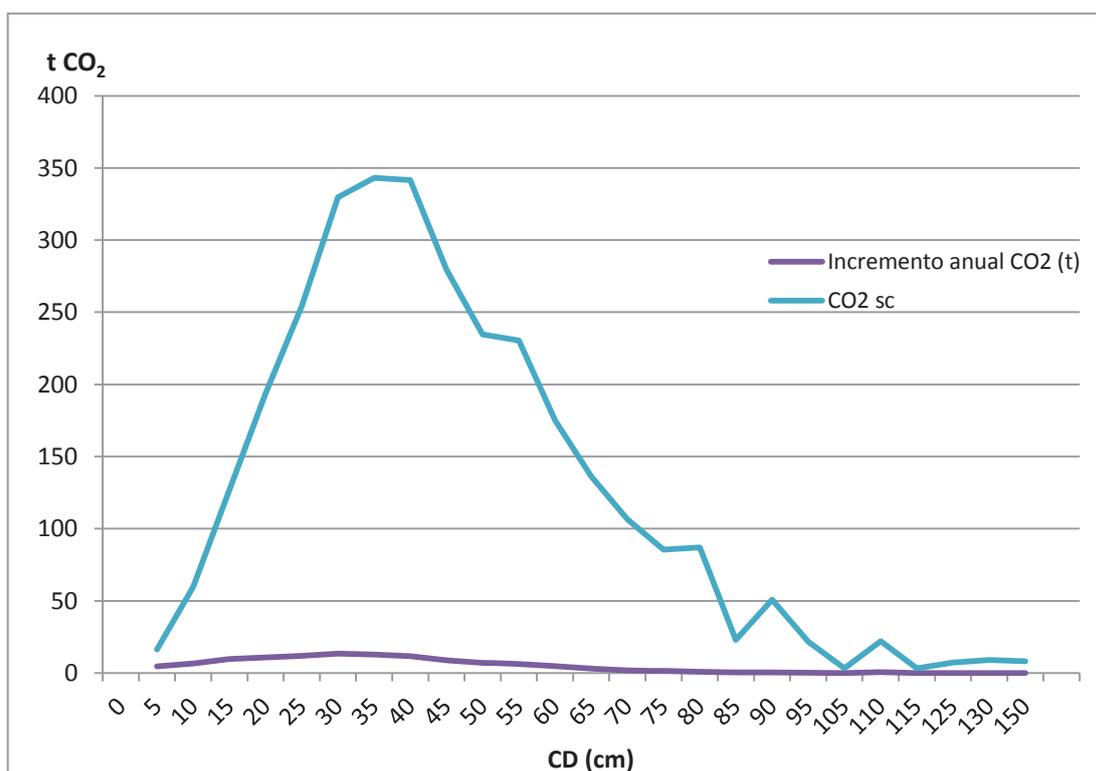


Figura 20. Reservas de carbono en 2014 e incremento anual de carbono.

Atendiendo a que en un gran número de parques son de plantación recientes, con edades muy jóvenes, el incremento global de fijación para los próximos años se prevé muy alto.

CARBONO EN MOBILIARIO

Se analiza en cada parque la cantidad de carbono que almacena el mobiliario existente en cada parque. Para ello, con el inventario de mobiliario inventariado se calcula el volumen de cada elemento y con la misma metodología que con la vegetación, se procede a calcular el carbono que almacena.

En la Tabla 27 se diferencian los elementos que conforman el mobiliario urbano de los parques de Valladolid.

Tabla 27. Elementos del mobiliario urbano

MOBILIARIO	Nº	MOBILIARIO	Nº	MOBILIARIO	Nº
Balancín	5	Estructura postes d=11cm h=3m	18	Terrario (cilindros d=16cm h=40cm)	200
Balancín individual	103	Estructura trapezoidal en lago (b1=2m b2)	1	Tobogán	10
Banco abdominales	6	Jardineras con Traviesas (26cm*20cm*14cm)	96	Tobogán con caseta	5
Banco curvo	2423	Mesa Picnick	17	Tobogán pequeño	1
Banco recto c/respaldo	382	Mesa picnick	42	Torre	34
Banco recto s/respaldo	53	Panel informativo	1	Torre (4vigas 2,5m)	1
Barandilla puente 1,5m*0,15m*0,2m	16	Papelera	392	Torre 10 postes 4m	1
Barco pirata	1	Pared puente 1,5m*0,55m*0,05m	12	Torre pequeña	1
Campo de juegos con asientos de madera v	4	Pérgola	2	Traviesas (2,6m*5cm*15cm)	16
Campo juegos Tablero 3m*0,17m*0,04m	20	Poste farola (0,13m*0,13m*0,05m)	3	Traviesas 1,3m*0,05m*0,7m	32
Campo petanca (1,5m*0,18m*0,04m)	78	Postes dominadas (2m*0,08m*0,08m)	6	Traviesas camino (2m*0,08m*0,05m)	47
Casa de 1,5m niños	1	Postes/valla cilindricos d=5cm h=1,2m	35	Traviesas pasarela 4m*0,18m*0,02m	230
Caseta (4m*3m*2,5m)	1	Puente (barandilla) 1,3m*0,14m*0,065m	96	Triolina postes 4 metros	4
Caseta (5m*4m*2,5m)	1	Puente (suelo) 21m*2m*0,04m	3	Vallas campo futbol tablero 2m*0,15m*0,0	120
Caseta 10m*5m*3m	1	Puente (sujetabarandilla) 1m*0,08m*0,05m	96	Vallas para perros Tipo 2	14
Caseta 12m*4m*2,5m	1	Separacaminos (semicilindro d=6cm h=15 c)	8334	Vallas para perros Tipo 3	193
Caseta 12m*5m*2,5m	1	Silla	6	Vallas para perros Tipo1	3
Caseta 8m*6m*2,5m	1	Suelo puente 15m*1,8m*0,08m	1	Vigas (2,5m*0,12m*0,09m)	20
Caseta madera 6m*4m*3,5	2	Suelo puente 2m*0,18m*0,05m	300	Vigas pergola 3m*0,10m*0,2m	32
Caseta 12m*5m*3m	2	Tableros campo futbol 2m*0,18m*0,025m	120	Vigas pergola 5m*0,12m*0,08m	96
Columpio (1)	1	Tablones campo juego (2m*0,4m*0,07m)	12	Vigas puente 1m*0,18m*2m	60
Columpio (2)	41	Tejado (12m*5m*0,03m)	1	Vigas suelo (2m*0,15m*0,12m)	284
Escaleras madera semicilindro d=12cm l=3	104	Tejado (8m*2m*0,03m)	6		
Estructura madera triangular equilatero	1	Tejado vigas (5m*0,22m*0,08m)	12		

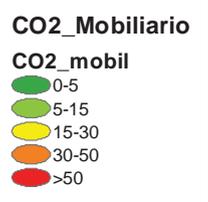
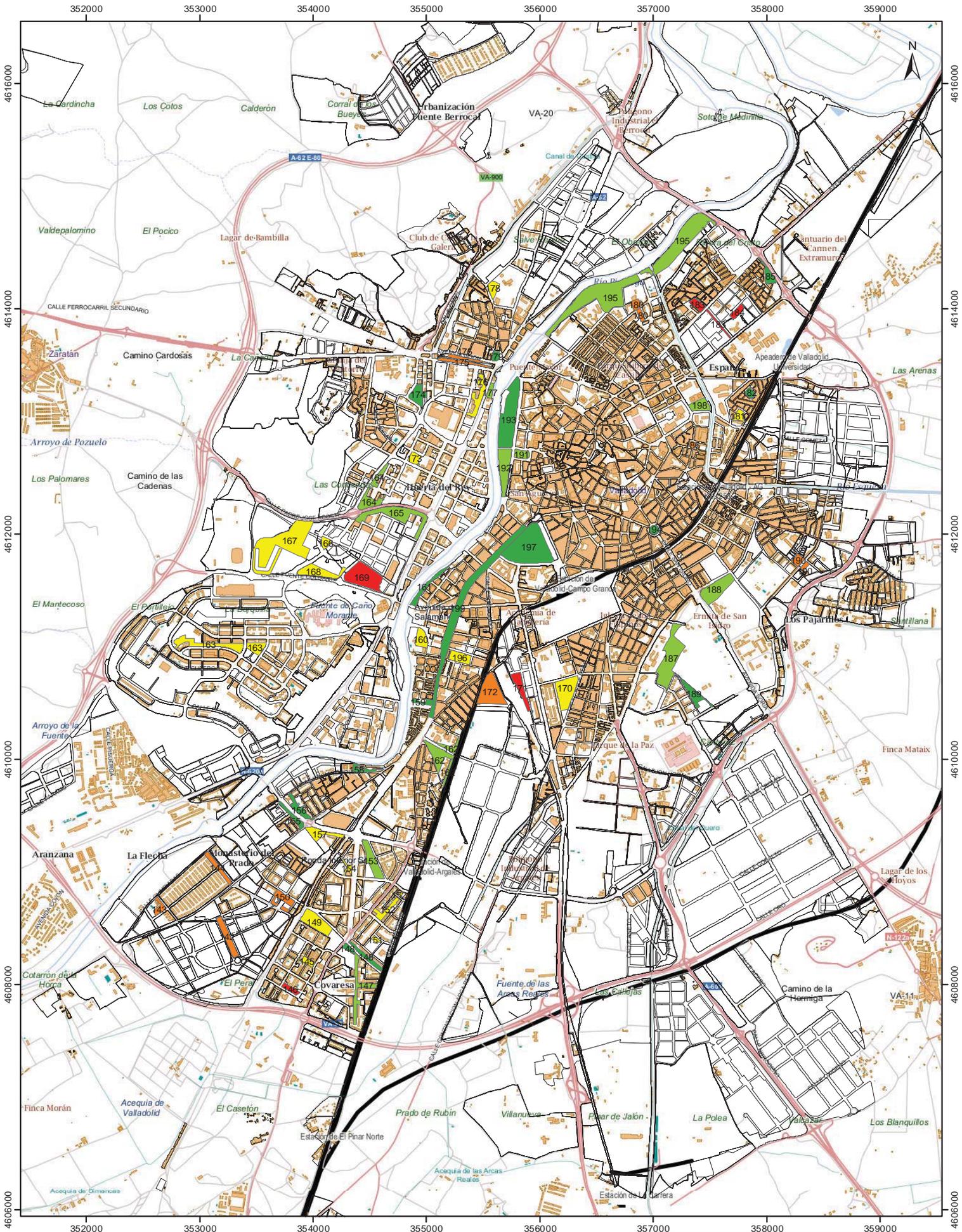
Analizados los distintos elementos de cada parque, obtenemos los siguientes resultados en cuanto a carbono existente en el mobiliario urbano, los resultados se pueden ver en la Tabla 28.

Tabla 28. Carbono almacenado en el mobiliario urbano de los parques

PARQUE	t CO ₂ mobiliario						
142	2,268	157	4,01	172	30,024	187	17,445
143	1,482	158	0	173	3,29	188	7,28
144	0,845	159	2,821	174	0,739	189	1,278
145	0,439	160	3,387	175	7,507	190	4,056
146	1,733	161	2,293	176	10,907	191	3,064
147	2,87	162	6,361	177	0,634	192	7,347
148	0,094	163	8,798	178	4,422	193	13,204
149	8,068	164	2,1	179	1,011	194	1,683
150	6,358	165	6,801	180	6,968	195	20,242
151	2,268	166	0,422	181	1,608	196	6,159
152	7,134	167	1,69	182	0,619	197	21,727
153	9,218	168	1,848	183	4,488	198	5,337
154	1,559	169	8,686	184	2,14	199	0
155	0,558	170	15,955	185	1,55		
156	0,991	171	5,757	186	7,334		

En total, el almacenamiento de carbono correspondiente al mobiliario urbano de los parques inventariados asciende a 308,88 t CO₂. La cantidad de carbono que almacena el mobiliario representa un 8,93 % de total del carbono almacenado. La distribución de los parques según el contenido de carbono en los elementos que conforman el mobiliario se puede ver en el Plano 3.

Referido a la superficie, los parques que más carbono almacenan en el mobiliario son 186 ($2.728,9 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²), 151 ($734,7 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²), 180 ($717,7 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²), 172 ($693,5 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²), 152 ($552,4 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²) y 176 ($544,0 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²). Por el contrario, los parques que menos almacenan, quitando los parques 158 y 199 que no poseen mobiliario urbano de elementos de madera, son los parques 148 ($6,0 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²), 167 ($15,2 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²), 174 ($42,9 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²), 155 ($60,8 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²) y 166 ($62,7 \times 10^{-6}$ t CO₂/m²).



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PARQUES Y JARDINES DE LA CIUDAD DE VALLADOLID		
PLANO:		
ALMACENAMIENTO DE CO₂ EN EL MOBILIARIO		
Nº PLANO:	FECHA:	ESCALA:
3	Mayo 2016	1:30.000
ALUMNO:		ETRS89 UTM 30 N
JAIME SERRANO STAMPA		Datos: IGN e ITACYL

La inclusión de mobiliario urbano de madera aumenta el almacenamiento de CO₂ ya que se trata de productos de larga duración (Valero Gutierrez, 2009). La progresiva sustitución de los distintos elementos a la madera que conforman el mobiliario urbano (cemento, metales, plásticos, etc.) por elementos de madera que almacenan una cantidad considerable de carbono (traviesas para escaleras, vallas y barandillas, columpios, etc.), supone un aumento de la cantidad almacenada sin la necesidad de hacer grandes modificaciones en la estructura de los parques. Los productos de madera aportan una triple ayuda frente al cambio climático: primero, el CO₂ absorbido por el árbol queda secuestrado en la madera; segundo, si utilizamos madera dejamos de utilizar otros materiales que no secuestran CO₂ y que además su fabricación provoca muchas emisiones; y tercero, podemos reutilizar y reciclar los productos de madera, aumentando así su vida útil final (Lizarralde, 2009).

CARBONO TOTAL

En la Tabla 29 se muestra un resumen del carbono acumulado en cada parque, desglosando el carbono que se almacena en el mobiliario, en la vegetación y el total. Además se detalla el porcentaje correspondiente al carbono que almacena el mobiliario respecto del total.

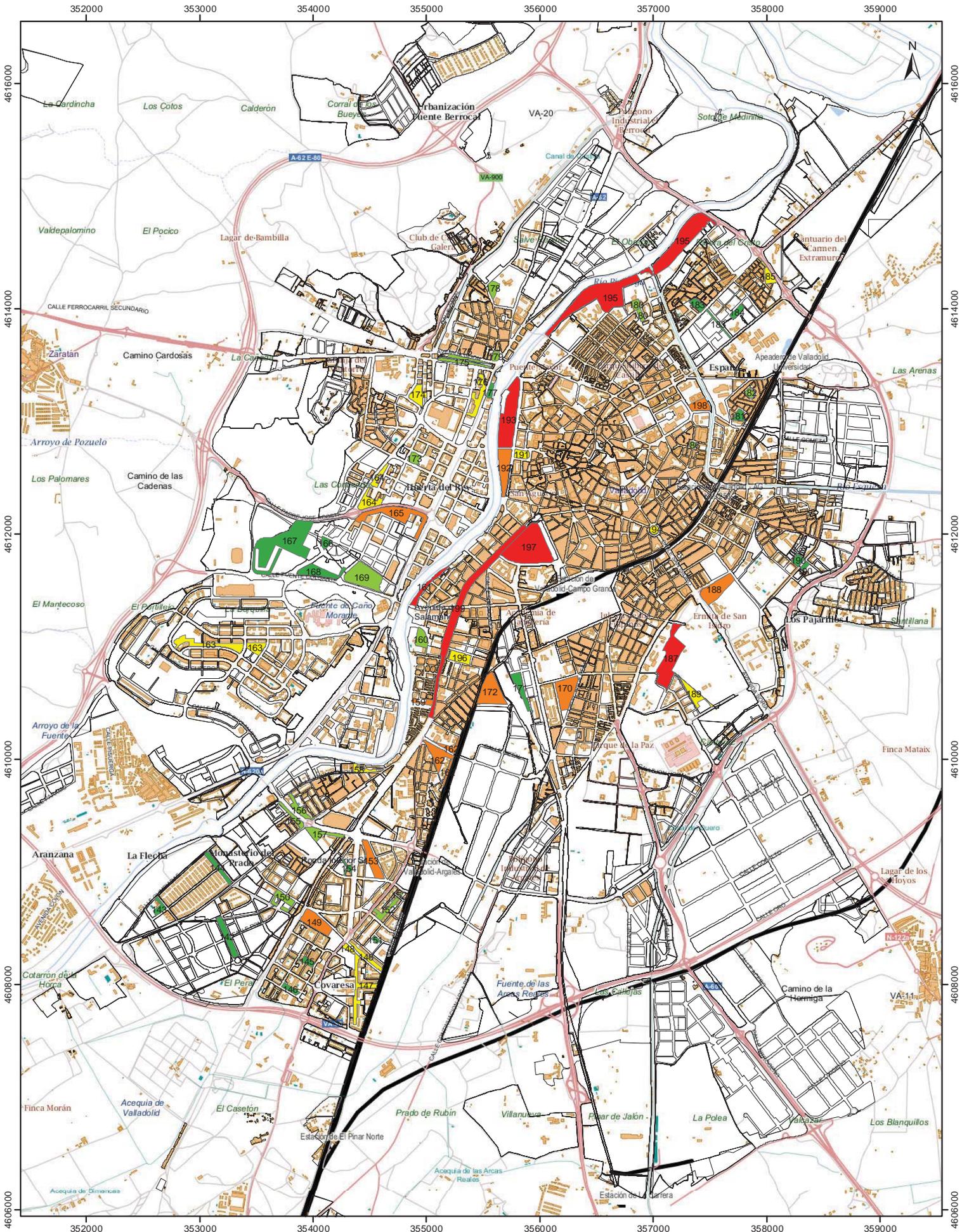
Tabla 29. CO₂ correspondiente a mobiliario y vegetación

PARQUE	t CO ₂ mobiliario	t CO ₂ vegetación	%CO ₂ mobiliario	t CO ₂ total
142	2,268	3,338	40,5	5,606
143	1,482	1,709	46,4	3,191
144	0,845	1,102	43,4	1,947
145	0,439	1,224	26,4	1,663
146	1,733	1,484	53,9	3,217
147	2,87	34,425	7,7	37,295
148	0,094	31,406	0,3	31,500
149	8,068	43,914	15,5	51,982
150	6,358	8,424	43,0	14,782
151	2,268	7,515	23,2	9,783
152	7,134	17,482	29,0	24,616
153	9,218	68,494	11,9	77,712
154	1,559	3,703	29,6	5,262
155	0,558	20,545	2,6	21,103

Tabla 29 (Cont). CO₂ correspondiente a mobiliario y vegetación

PARQUE	t CO ₂ mobiliario	t CO ₂ vegetación	%CO ₂ mobiliario	t CO ₂ total
156	0,991	21,395	4,4	22,386
157	4,01	9,823	29,0	13,833
158	0	26,468	0,0	26,468
159	2,821	59,246	4,5	62,067
160	3,387	12,826	20,9	16,213
161	2,293	154,526	1,5	156,819
162	6,361	69,746	8,4	76,107
163	8,798	33,515	20,8	42,313
164	2,1	39,446	5,1	41,546
165	6,801	73,516	8,5	80,317
166	0,422	1,280	24,8	1,702
167	1,69	6,725	20,1	8,415
168	1,848	7,673	19,4	9,521
169	8,686	6,008	59,1	14,694
170	15,955	54,841	22,5	70,796
171	5,757	2,666	68,4	8,423
172	30,024	43,166	41,0	73,190
173	3,29	11,121	22,8	14,411
174	0,739	47,811	1,5	48,550
175	7,507	10,467	41,8	17,974
176	10,907	38,237	22,2	49,144
177	0,634	3,770	14,4	4,404
178	4,422	15,566	22,1	19,988
179	1,011	21,490	4,5	22,501
180	6,968	8,140	46,1	15,108
181	1,608	4,835	25,0	6,443
182	0,619	12,963	4,6	13,582
183	4,488	1,330	77,1	5,818
184	2,14	0,859	71,4	2,999
185	1,55	30,609	4,8	32,159
186	7,334	10,931	40,2	18,265
187	17,445	188,329	8,5	205,774
188	7,28	70,391	9,4	77,671
189	1,278	27,951	4,4	29,229
190	4,056	5,060	44,5	9,116
191	3,064	23,623	11,5	26,687
192	7,347	58,598	11,1	65,945
193	13,204	267,802	4,7	281,006
194	1,683	43,450	3,7	45,133
195	20,242	336,338	5,7	356,580
196	6,159	25,494	19,5	31,653
197	21,727	792,174	2,7	813,901
198	5,337	56,094	8,7	61,431
199	0	167,203	0,0	167,203

El Plano 4. muestra los resultados superpuestos en el mapa de Valladolid.



CO2_Total	
t_CO2_tota	
●	0-10
●	10-25
●	25-50
●	50-100
●	>100

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)		
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ALLANENADO EN LOS PARQUES Y JARDINES DE LA CIUDAD DE VALLADOLID		
PLANO:		
ALMACENAMIENTO DE CO ₂ TOTAL		
Nº PLANO:	4	FECHA: Mayo 2016
		ESCALA 1:30.000
ALUMNO:	JAIME SERRANO STAMPA	
		ETRS89 UTM 30 N
		Datos: IGN e ITACYL

En el conjunto de parques, el almacenamiento de carbono correspondiente al inventario de vegetación y mobiliario urbano, suma un total de 3.457,14 toneladas de CO₂. Del total de carbono, la vegetación almacena un 91,07% de CO₂ y el restante lo almacena el mobiliario.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), Valladolid cuenta con 306.830 habitantes en el año 2014. El carbono almacenado en los parques por habitante asciende a $11,267 \times 10^{-3}$ t CO₂/habitante.

En este estudio se presentan las estimaciones de arbolado urbano utilizando las ecuaciones ya existentes del Inventario Forestal Nacional. Sin embargo cabe destacar, que el porte y arquitectura de estos árboles en los parques y jardines difieren sustancialmente de los que se pueden encontrar en un hábitat natural por lo que la validez del uso es cuestionable. No obstante, el procedimiento empleado puede considerarse como válido como primera aproximación de bajo presupuesto para estimar la biomasa del arbolado urbano (Clark *et al.*, 1997).

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo son:

1. Siendo éste el primer estudio de estimación de captura del carbono en el arbolado urbano en Valladolid, como primera observación, cabe destacar las grandes diferencias existentes entre las masas arboladas atendiendo tanto a sus edades, a su marco de plantación, a sus especies y a su estructura global.
2. El total de carbono almacenado en la vegetación de los parques es de 3.148,264 t CO₂. El parque que almacena más carbono por superficie es el parque “161” con 110,422 t CO₂/ha; el parque que menos carbono almacena es el parque “167” con 0,603 t CO₂/ha.
3. La inclusión de elementos de madera en el mobiliario urbano aumenta considerablemente las reservas de CO₂. El total de CO₂ almacenado en

la actualidad como madera incorporada “artificialmente” es de: 308,877 t CO₂, siendo el parque “186” con 2.728,9 x 10⁻⁶ t CO₂/m², el que presenta un mayor contenido de carbono. Y los que menos “158”, “199” que no contienen elementos de mobiliario urbano de madera, además de los parques “148”, “167” y “174” que el carbono almacenado es inferior a 42,9 x 10⁻⁶ t CO₂/m²; siendo estos parques una de las estrategias esenciales en el aumento global de fijación.

4. Las especies que, a día de hoy en los parques de Valladolid, más CO₂ almacenan por área basimétrica son el género *Cedrus*, entre las coníferas, y el *Acer pseudoplatanus* y *Populus*, entre las frondosas.
5. El incremento de global de fijación se prevé muy alto, se estima que el CO₂ almacenado para los próximos 10 años aumente en 1.176,825 t de CO₂, debido a la presencia de parques de plantación reciente con edades muy jóvenes.

7. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ALCANDA VERGARA, P. (2007) Paradigmas de la gestión forestal sostenible en el S.XXI

AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID. (2014). Plan de acción para la Energía Sostenible. Área de Desarrollo Sostenible y Coordinación territorial, Ayuntamiento de Valladolid.

BRAVO, F.; FERNÁNDEZ NIETO, M. J.; BOGINO, S.; SEGUR, M.; BRAVO-OVIEDO, A.; ORDÓNEZ, C. (2007). El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Fundación Gas Natural.

- BROWN S. (2002). Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution* 116, 3, 363-372.
- CANALS REVILLA, G (2013). Análisis comparado y evaluación de la cantidad de carbono secuestrado en los productos de madera en España bajo el marco del Protocolo de Kioto. VI Congreso Forestal Español.
- CARRILLO ANZÚRES, F.; ACOSTA MIRELES, M.; FLORES AYALA, E.; JUÁREZ BRAVO, J.E. & BONILLA PADILLA, E. (2014). Estimación de biomasa y carbono en dos especies arbóreas en La Sierra Nevada, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(5), 779-793
- CHAPARRO, L. & TERRADAS, J. (2009). Ecological services of urban forest in Barcelona. Ajuntament de Barcelona: Àrea de Medi Ambient Institut Municipal de Parcs i Jardins.
- CIGALT FIGUEROLA, E & SOLER BURILLO, M. (2003). Guía de las principales Maderas y de su secado. Mundi-Prensa.
- CLARK, J.R.; MATHENY, N.P.; CROSS, G. & WAKE, V. (1997). A model of urban forest sustainability. *Journal of Arboriculture* 23(1): January 1997
- DAVIES, Z. G.; EDMONDSON, J. L., HEINEMEYER, A.; LEAKE J. R. & GASTON, K. G. (2011). Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *Journal of Applied Ecology* 2011, 48: 2236-1134
- DIEGUEZ-ARANDA, U.; BARRIO ANTA, M.; CASTEDO DORADO, F. & ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G. (2005). Relación altura-diámetro generalizada para masas de *Pinus sylvestris* L. procedentes de repoblación en el noroeste de España. *Invest Agrar: Sist Recur For* (2005) 14(2), 229-241
- FAO. (2002). Captura de carbono en suelos para un mejor manejo de la tierra. FAO
- FAO. (2011). La situación de los bosques en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FEMP (2011). Los sumideros de carbono a nivel local: red española de ciudades por el clima. Federación Española de Municipios y Provincias.

FENGEL, D & WEGENER, G. (1984). Wood: chemistry, ultrastructure, reactions, Walter de Gruyter.

FERNÁNDEZ-GOLFIN SECO, J.I. (2003). Manual de clasificación de la madera. AITIM

FRANCESCATO, V.; ANTONINI, E. & BERGOMI, L.Z. (2008). Manual de combustibles de madera. AVEBIOM

GARRIDO LAURNAGA, G.; BRAVO OVIEDO, F. & ORDOÑEZ ALONSO, C. (2009). Evaluación del CO₂ fijado por el arbolado urbano en la ciudad de Palencia. 5^a Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales.ref-5CFE01-032.

IPCC. (1996). Chapter 5: Land Use Change & Forestry. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 3.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. IPCC

JAGODZIŃSKI, A.M. & BANASZCZAK, P. (2010) Stem volume and aboveground woody biomass in noble fir (*Abies procera* Rehder) stands in the Rogów arboretum (Poland). Acta Scientiarum Polonorum, Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria 9(2): 9-24

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2014a) Metodología empleada para el estudio de los crecimientos de madera y biomasa en Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2014b). Instrucciones técnicas de normalización de la planificación forestal en Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente

- KÄNDLER, G.; ADLER, P. & HELLBACH, A. (2011). Wie viel Kohlenstoff speichern Stadtbäume? Eine Fallstudie am Beispiel der Stadt Karlsruhe. FVA-Einblick, 2, 7–10.
- KOLLMANN, F. (1959). Tecnología de la madera y sus aplicaciones. IFIE.
- LIZARRALDE, I. (2009). Los productos de madera y el almacenamiento de carbono. Jornada sobre bosques, sumideros de carbono y cambio climático. Zaragoza
- MAGRAMA (2010). Inventario de Gases de Efecto Invernadero en España (1990 - 2008). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- McHALE, M. R.; BURKE, I. C.; LEFSKY, M. A.; PEPER, P. J. & McPHERSON, E. G. (2009). Urban forest biomass estimates: is it important to use allometric relationships developed specifically for urban trees?. Urban Ecosyst 12: 95-113
- McPHERSON, E.G.; XIAOB, Q. & AGUARONC, A. (2013). A new approach to quantify and map carbon stored, sequestered and emissions avoided by urban forests. Landscape and Urban Planning 120 (2013) 70– 84
- MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R. & MUÑOZ, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Ministerio de Educación y Ciencia.
- MONTERO, G.; MUÑOZ, M., DONÉS, J. & ROJO, A. (2004). Fijación de CO₂ por Pinus sylvestris L. y Quercus pyrenaica Wild. En los montes “Pinar de Valsaín y Matas de Valsaín”. Investigaciones Agrarias (Sistemas y Recursos Forestales) 13(2):399-415.
- MORENO RODRÍGUEZ, J.M (2005) Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Proyecto ECCE– MAGRAMA
- NOWAK, D.J. (1993). Atmospheric carbon-reduction by urban trees. Journal of Environmental Management, 37(3), 207–217.

NOWAK, D.J. (1994). Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. United States Department of Agriculture, Forest Service

PATAKI, D.E.; ALIG, R.J.; FUNG, A.S.; GOLUBIEWSKI, N.E.; KENNEDY, C.A.; MCPHERSON, E.G.; NOWAK, D.J.; POUYAT, R.V. & LANKAO, P.R. (2006) Urban ecosystems and the North American carbon cycle. *Glob Chang Biol* 12 (11):2092–2102

PRADOS, J.A. (2010). Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. INIA

RAGLAND, K. W.; AERTS, D. J. & BAKER, A. J. (1991). Properties of Wood for Combustion Analysis. *Bioresource Technology*, 37 (1991) 161-168

RUIZ-PEINADO, R. & MONTERO, G. (2009). La selvicultura del carbon. *Joradas sobre bosques, sumideros de carbon y cambio climático*.

SERRADA, R.; MONTERO, G. & REQUE, J.A. (2008). Compendio de selvicultura aplicada en España. INIA.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M. & MILLER, H.L. (2007) Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC

STROHBACH, M.W. & HAASEB, D. (2012) Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: Analysis of patterns in a European city. *Landscape and Urban Planning* 104 (2012) 95– 104

VALERO GUTIÉRREZ, E. (2009). Forestry and forest products carbon cycle and its contribution to mitigate climate change. *Jornadas sobre el Eucalipto "Ni héroes ni villanos"*. Huelva.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BROTO, M. & RODRIGUEZ, F. (2010). Ecuaciones de volumen comercial para las principales especies maderables de Castilla y León. CUBIFOR

- GARCÍA ESTEBAN, L; GARCÍA FERNÁNDEZ, F. & PALACIOS, P. (2009). MOE prediction in *Abies pinsapo* Boiss. timber: Application of an artificial neural network using non-destructive testing. *Computer and Structures* 87: 1360-1365
- MILES, P.D. & SMITH, W.B. (2009). Specific Gravity and other properties of Wood and bark for 156 tree species found in North America. USDA
- MONTERO, G.; PASALODOS-TATO, M^a.; MONTOTO, R.; LOPEZ-SENEPLEDA, E.; ONRUBIA, R.; BRAVO-OVIEDO, A. & RUIZ-PEINADO, R. (2013). Contenido de Carbono en la biomasa de las principales especies de matorral y arbustados de España. *Sociedad Española de Ciencias Forestales*
- PÉREZ, C.I.; OLANO, J & ZAMBRANA, H. (2006). Estrategia Nacional de Financiamiento Forestal. Consultoría sobre mecanismos financieros para el manejo forestas sostenible en el Salvador.
- PERAZA SANCHEZ, F. (2004). Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario. AITIM.
- QUINKENSTEIN, A.; PAPE, D.; FREESE, D.; SCHNEIDER, B.U. & HÜTTL, R.F. (2012). Biomass, Carbon and Nitrogen Distribution in Living Woody Plant Parts of *Robinia pseudoacacia* L. Growing on Reclamation Sites in the Mining Region of Lower Lusatia (Northeast Germany). *International Journal of Forestry Research*, Volume 2012 (2012), Article ID 891798.
- SOLER BURILLO, M. (2001). *Mil maderas*. Editorial UPV.
- SUCHOMEL, C.; PYTTEL, P.; BECKER, G. & BAUHUS, J. (2012) Biomass equations for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in aged coppiced forests in southwest Germany. *Biomass and Bioenergy* 46: 722-730
- VILLEGAS, M.S.; AREA, M.C. & MARLATS, R.M. (2009). Caracterización de la madera de *Salix*. 1: Influencia del sitio, clon y altura de muestreo. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 18(2): 192-203.

WEATHERSPOON, C.P.; IWAMOTO, Y.R & PIRTO, D.D. (1985). Management of Gigan Sequoia. USDA Forest Service

VELAZQUEZ-MARTÍ, B.; SAJDAK, M.; LÓPEZ CORTÉS, I. y CALLEJÓN-FERRE, A.J. (2014). Wood characterization for energy application proceeding from pruning *Morus alba* L., *Platanus hispanica* Münchh. and *Sophora japonica* L. in urban áreas. *Renewable Energy*, 62: 478-483

ZIANIS, D.; MUUKKONEN, P.; MÄKIPÄÄ, R. y MENCUCCINI, M. (2005) Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe. *Silva Fennica Monographs* 4.

8. ANEJOS

ANEJO 1. REGRESIONES ALTURA-DIÁMETRO

Se procede a realizar las regresiones altura-diámetro los datos obtenidos en el inventario de vegetación. Las regresiones se realizarán agrupándolos por grupos lo más homogéneos posibles.

Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (ESPECIE="Pinus pinea"|Especie="Pinus pinaster"&Singularidad="Singular2")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Log-Y Raíz Cuadrada-X: $Y = \exp(a + b \cdot \sqrt{X})$

Coefficientes

Parámetro	Mínimos Cuadrados Estimado	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	2,13977	0,0995407	21,4964	0,0000
Pendiente	0,0956083	0,0165901	5,76297	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

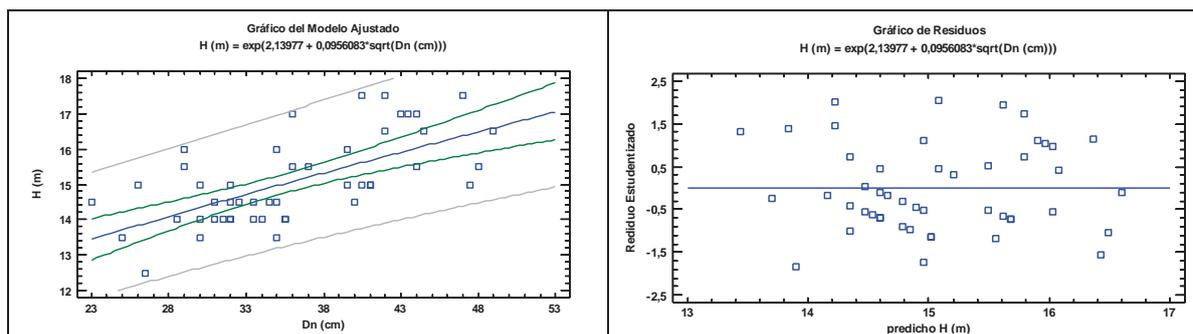
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,126606	1	0,126606	33,21	0,0000
Residuo	0,175356	46	0,00381208		
Total (Corr.)	0,301962	47			

Coefficiente de Correlación = 0,647517

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 40,6654 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-Y raíz cuadrada-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = \exp(2,13977 + 0,0956083 \cdot \sqrt{Dn (cm)})$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Pine y pinaster y sing2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,135266
DMENOS	0,096121
DN	0,135266
Valor-P	0,34618

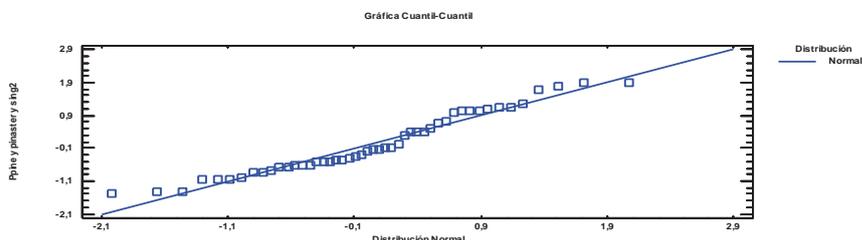
Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Ppine y pinaster y sing2 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Ppine y pinaster y sing2 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Abies" | Genero="Cedrus" | Genero="Picea" | Genero="Pseudotsuga")

Variable dependiente: H (m)
Variable independiente: Dn (cm)
Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-0,545598	0,0608275	-8,96961	0,0000
Pendiente	0,920427	0,0185431	49,6371	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

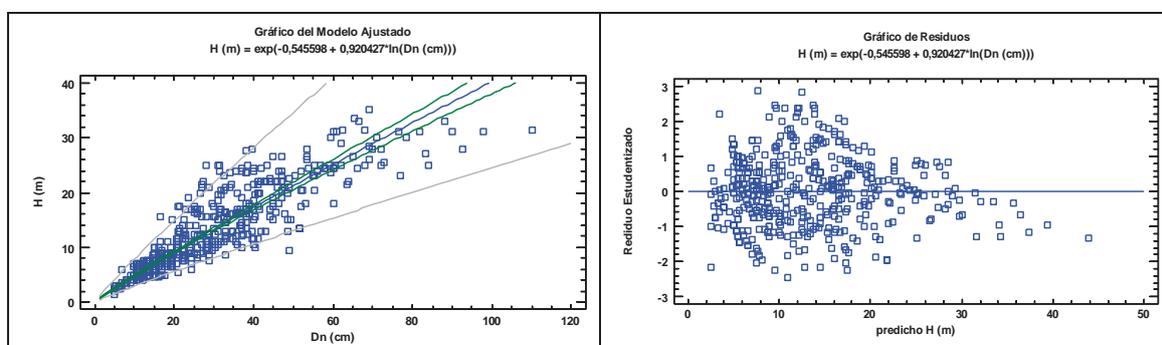
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	152,086	1	152,086	2463,84	0,0000
Residuo	28,5797	463	0,0617272		
Total (Corr.)	180,666	464			

Coefficiente de Correlación = 0,917501
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 84,1467 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(-0,545598 + 0,920427 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = -0,545598 + 0,920427 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Alumno: Jaime Serrano Stampa
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

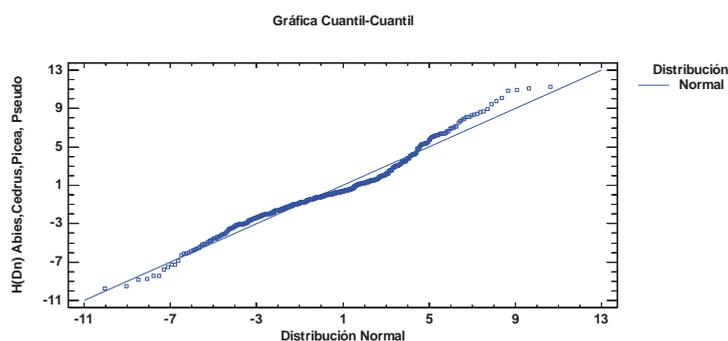
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para H(Dn) Abies,Cedrus,Picea, Pseudo

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,09612
DMENOS	0,0550293
DN	0,09612
Valor-P	0,000385017

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si H(Dn) Abies,Cedrus,Picea, Pseudo puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que H(Dn) Abies,Cedrus,Picea, Pseudo proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

**Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Pinus"&ESPECIE<>"Pinus halepensis"&ESPECIE<>"Pinus sylvestris"&Singularidad<>"Singular2")**

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,34698	0,0768468	-17,5282	0,0000
Pendiente	1,00921	0,0233277	43,2624	0,0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$ **Análisis de Varianza**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	97,2587	1	97,2587	1871,63	0,0000
Residuo	22,7085	437	0,0519646		
Total (Corr.)	119,967	438			

Coeficiente de Correlación = 0,900395

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 81,0277 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

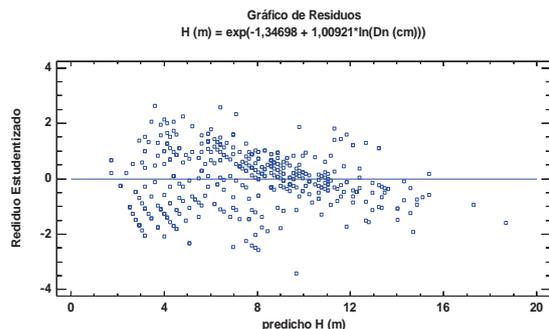
$$H(m) = \exp(-1,34698 + 1,00921 \cdot \ln(Dn(cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H(m)) = -1,34698 + 1,00921 \cdot \ln(Dn(cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes



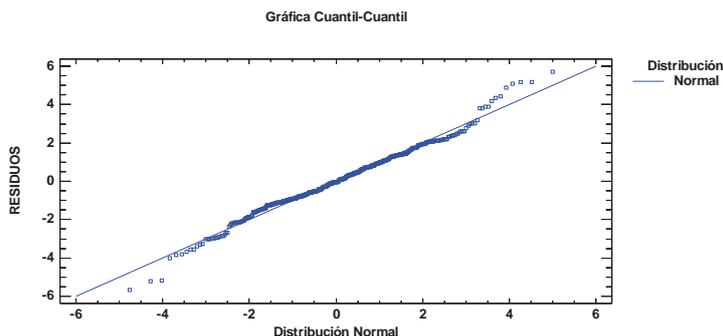
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para RESIDUOS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0346314
DMENOS	0,0518616
DN	0,0518616
Valor-P	0,188638

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si RESIDUOS puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que RESIDUOS proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (ESPECIE="Pinus halepensis"|ESPECIE="Pinus sylvestris")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-0,946468	0,243343	-3,88944	0,0003
Pendiente	1,00128	0,0700294	14,298	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	12,7678	1	12,7678	204,43	0,0000
Residuo	3,37258	54	0,0624552		
Total (Corr.)	16,1404	55			

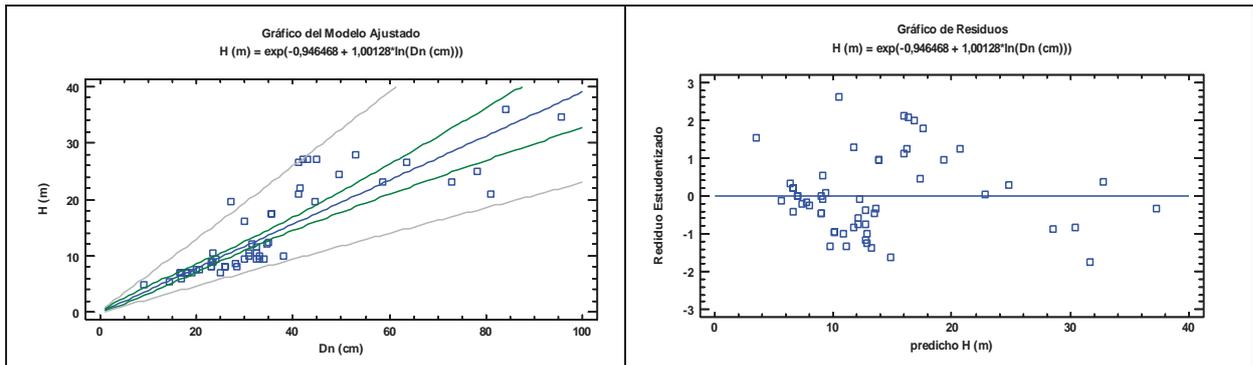
Alumno: Jaime Serrano Stampa
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Coefficiente de Correlación = **0,889409**
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 78,7178 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(-0,946468 + 1,00128 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = -0,946468 + 1,00128 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Psy y Phale

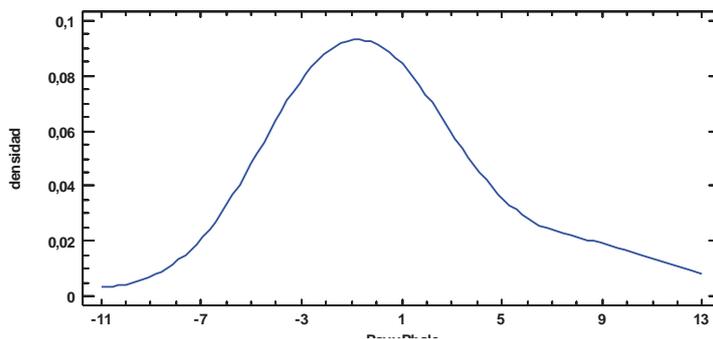
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,185643
DMENOS	0,0955983
DN	0,185643
Valor-P	0,0421409

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Psy y Phale puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que Psy y Phale proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Traza de Densidad para Psy y Phale



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Especie="Acer monspessulanum"|Especie="Acer negundo"|Especie="Acer platanoides"|Especie="Acer pseudoplatanus"&Singularidad="Singular0")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	2,60771	0,12041	21,6569	0,0000
Pendiente	0,30527	0,00708739	43,0722	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2622,5	1	2622,5	1855,22	0,0000
Residuo	504,648	357	1,41358		
Total (Corr.)	3127,14	358			

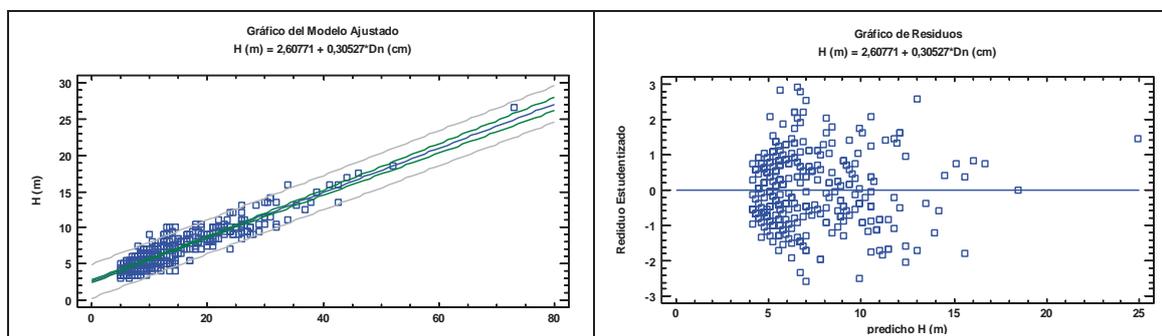
Coefficiente de Correlación = 0,915764

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 83,8171 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = 2,60771 + 0,30527 \cdot Dn (cm)$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para A.mon,Ane,Apl,Sing0

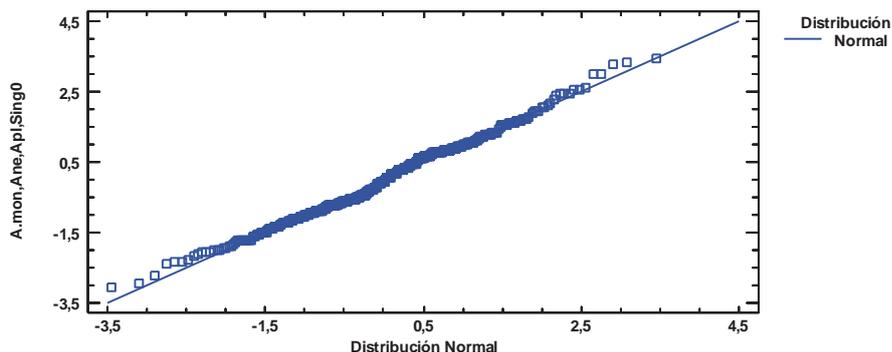
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,063888
DMENOS	0,0479255
DN	0,063888
Valor-P	0,106734

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si A.mon,Ane,Apl,Sing0 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que A.mon,Ane,Apl,Sing0 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Especie="Acer monspessulanum"|Especie="Acer negundo"|Especie="Acer platanoides"|Especie="Acer pseudoplatanus"&Singularidad="Singular1")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Recíproco Doble: $Y = 1/(a + b/X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,0372717	0,000857528	43,4641	0,0000
Pendiente	0,39115	0,0150947	25,9131	0,0000

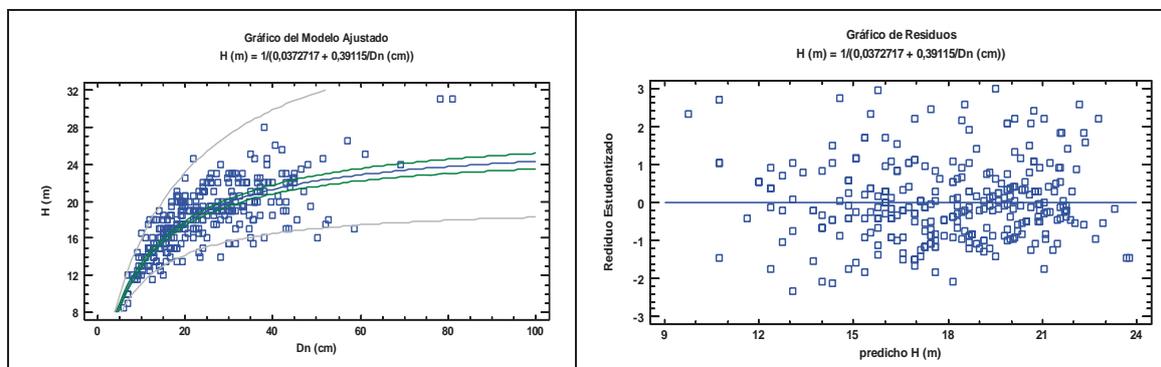
Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,0315517	1	0,0315517	671,49	0,0000
Residuo	0,0144722	308	0,0000469875		
Total (Corr.)	0,0460238	309			

Coefficiente de Correlación = 0,82798
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 68,453 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble inverso para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = 1/(0,0372717 + 0,39115/Dn (cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Alumno: Jaime Serrano Stampa
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

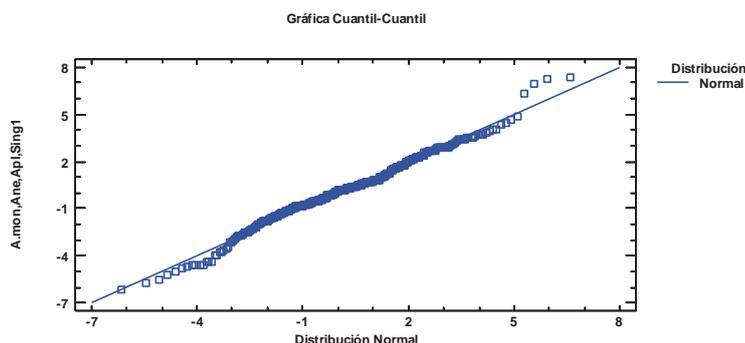
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para A.mon,Ane,Apl,Sing1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0522767
DMENOS	0,0541463
DN	0,0541463
Valor-P	0,325484

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si A.mon,Ane,Apl,Sing1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que A.mon,Ane,Apl,Sing1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Especie="Acer monspessulanum"|Especie="Acer negundo"|Especie="Acer platanoides"|Especie="Acer pseudoplatanus"&Singularidad="Singular2")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Recíproco Doble: $Y = 1/(a + b/X)$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,0534981	0,00325818	16,4196	0,0000
Pendiente	0,676676	0,055824	12,1216	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,0167235	1	0,0167235	146,93	0,0000
Residuo	0,0136581	120	0,000113817		
Total (Corr.)	0,0303816	121			

Coeficiente de Correlación = 0,741922

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 54,6702 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble inverso para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

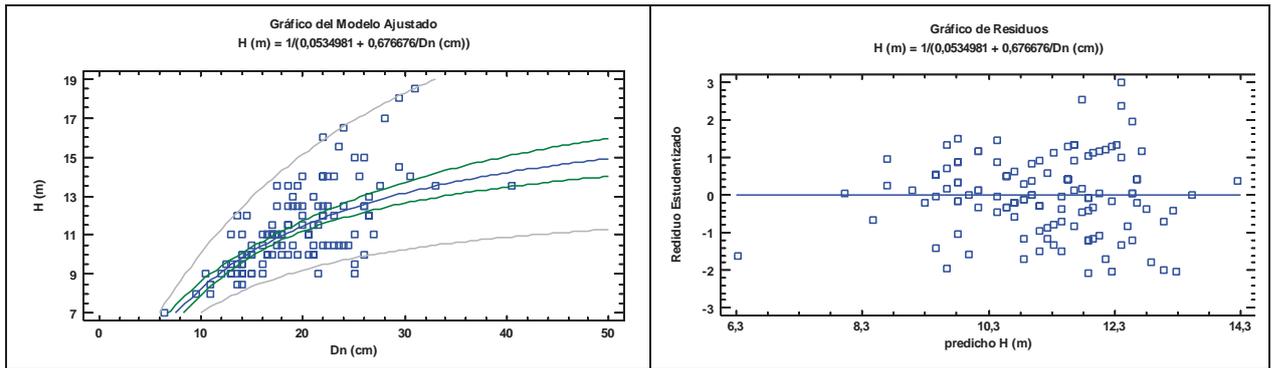
$$H (m) = 1/(0,0534981 + 0,676676/Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para A.mon,Ane,Apl,Sing2

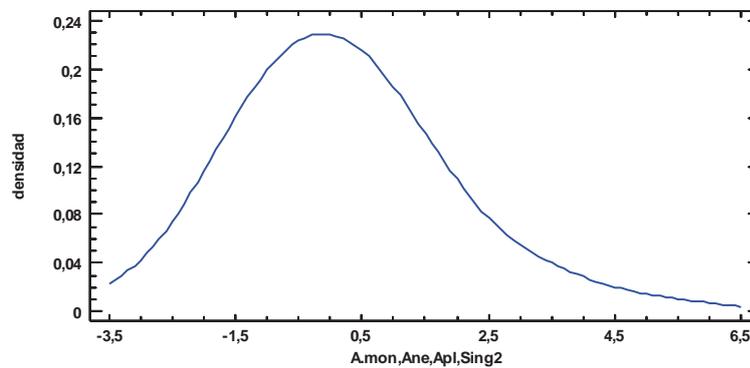
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,12256
DMENOS	0,0630881
DN	0,12256
Valor-P	0,0512043

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si A.mon,Ane,Apl,Sing2 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que A.mon,Ane,Apl,Sing2 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Traza de Densidad para A.mon,Ane,Apl,Sing2



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Especie="Aesculus hippocastanum"&Singularidad<>"Singular1")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Raíz Cuadrada de X: $Y = a + b \cdot \sqrt{X}$

Coeficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-3,23315	0,226604	-14,2678	0,0000
Pendiente	2,58256	0,0491302	52,5656	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5325,39	1	5325,39	2763,15	0,0000
Residuo	813,317	422	1,92729		
Total (Corr.)	6138,71	423			

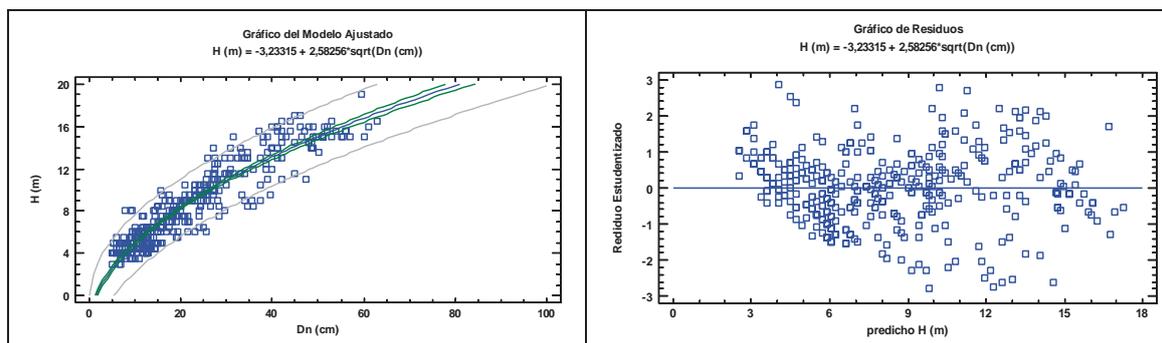
Coefficiente de Correlación = 0,931402

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 86,7196 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo raíz cuadrada-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = -3,23315 + 2,58256 \cdot \sqrt{Dn (cm)}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Aesc,Sing<>Sing1

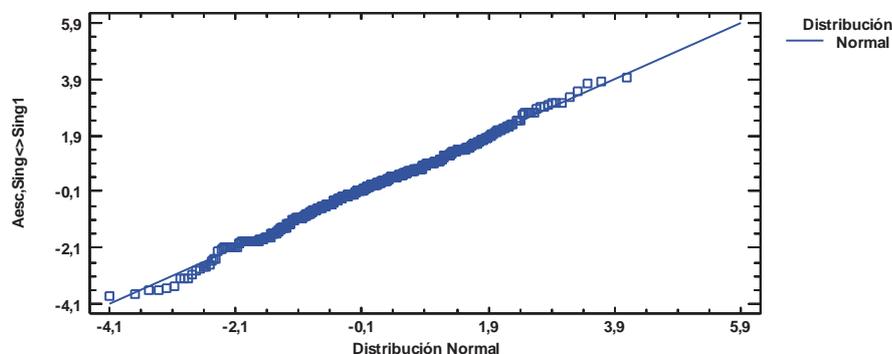
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0340277
DMENOS	0,0350375
DN	0,0350375
Valor-P	0,675267

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Aesc,Sing<>Sing1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Aesc,Sing<>Sing1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Especie="Aesculus hippocastanum"&Singularidad="Singular1")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	1,37832	0,0750563	18,3638	0,0000
Pendiente	0,437221	0,0204699	21,3592	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

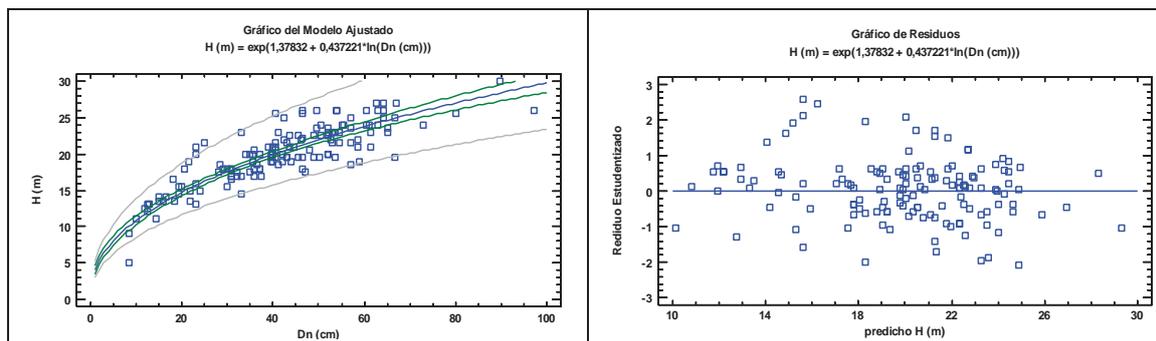
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	6,40373	1	6,40373	456,22	0,0000
Residuo	1,97916	141	0,0140366		
Total (Corr.)	8,3829	142			

Coefficiente de Correlación = 0,874016

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 76,223 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$H (m) = \exp(1,37832 + 0,437221 \cdot \ln(Dn (cm)))$ ó $\ln(H (m)) = 1,37832 + 0,437221 \cdot \ln(Dn (cm))$
 Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



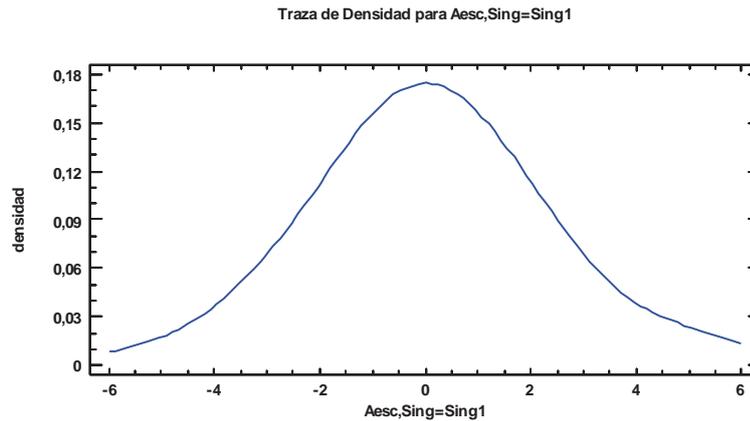
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Aesc,Sing=Sing1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0690598
DMENOS	0,0593491
DN	0,0690598
Valor-P	0,515535

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Aesc,Sing=Sing1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Aesc,Sing=Sing1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Simaroubaceae")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Cuadrado Doble: $Y = \sqrt{a + b \cdot X^2}$

Coeficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	110,716	7,26817	15,233	0,0000
Pendiente	0,084705	0,00468753	18,0703	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	283228,	1	283228,	326,54	0,0000
Residuo	15612,7	18	867,373		
Total (Corr.)	298841,	19			

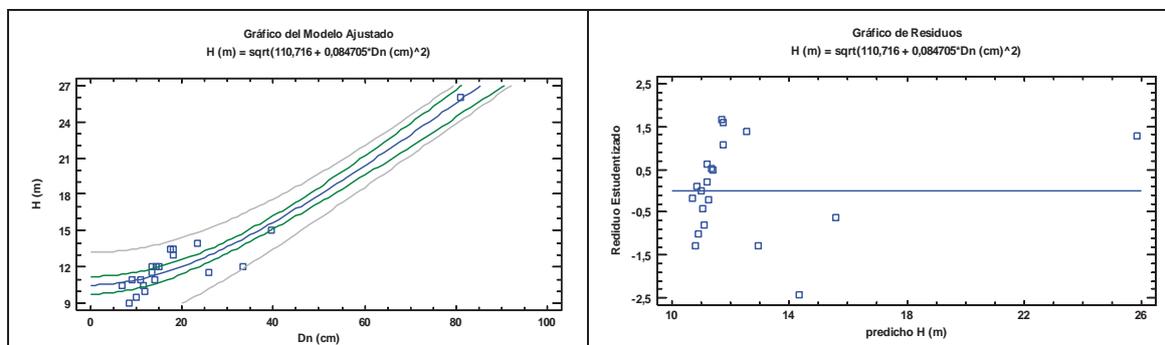
Coefficiente de Correlación = 0,973527

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 94,4853 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble cuadrado para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \sqrt{110,716 + 0,084705 \cdot Dn (cm)^2}$$

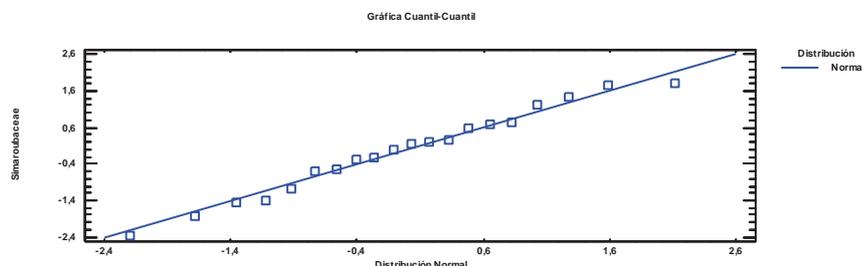
Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Normalidad para Simaroubaceae

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,972928	0,802401

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Simaroubaceae puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Betulaceae")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Cuadrado de Y: $Y = \sqrt{a + b \cdot X}$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	1,79021	3,16707	0,565258	0,5748
Pendiente	3,02243	0,31016	9,74475	0,0000

Análisis de Varianza

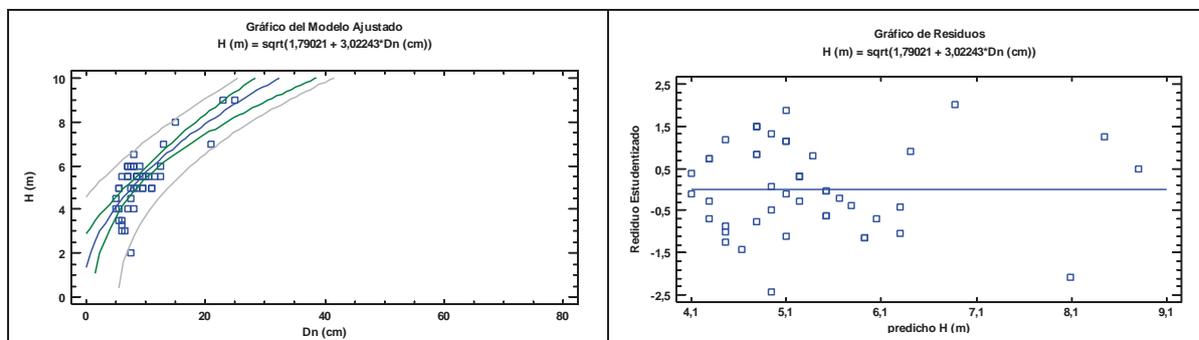
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7731,12	1	7731,12	94,96	0,0000
Residuo	3500,82	43	81,4143		
Total (Corr.)	11231,9	44			

Coefficiente de Correlación = 0,829648
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 68,1067 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo Y-cuadrada para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \sqrt{1,79021 + 3,02243 \cdot Dn (cm)}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



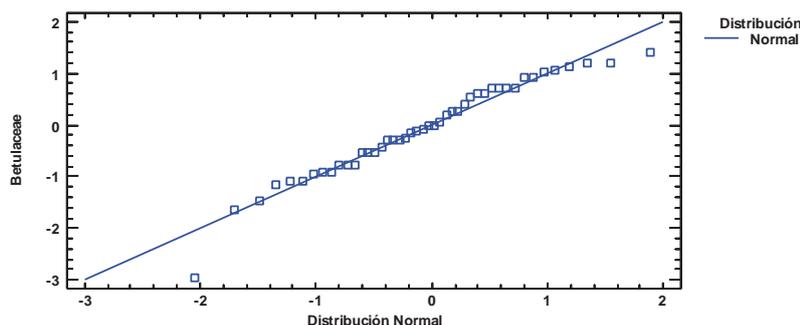
Pruebas de Normalidad para Betulaceae

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,960344	0,197528

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Betulaceae puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Betulaceae proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Calocedrus"|Genero="Chamaecyparis"|Genero="Platycladus"|Genero="Tetrachlinis"|Genero="Juniperus")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Cuadrado de X: $Y = a + b \cdot X^2$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	2,7851	0,302581	9,2045	0,0000
Pendiente	0,0110288	0,000905718	12,1769	0,0000

Análisis de Varianza

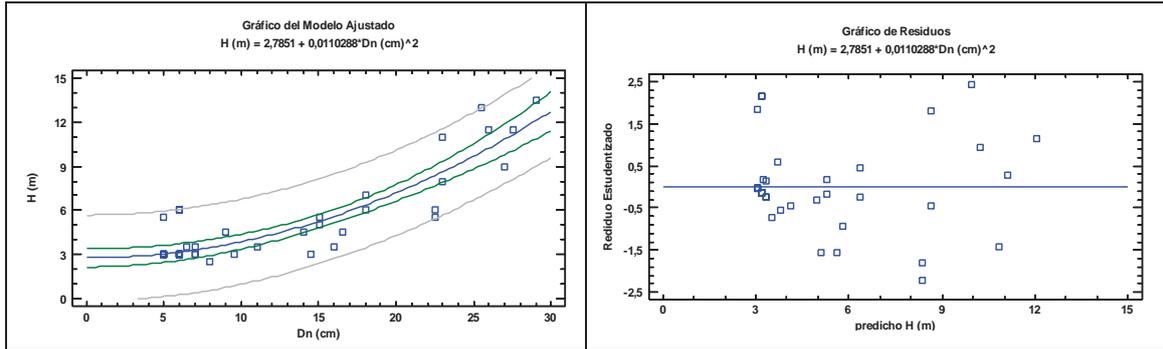
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	291,257	1	291,257	148,28	0,0000
Residuo	72,6784	37	1,96428		
Total (Corr.)	363,936	38			

Coefficiente de Correlación = 0,894594

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 79,4902 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo X-cuadrada para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = 2,7851 + 0,0110288 \cdot Dn (cm)^2$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Calo, Cham, Plat, Tetr, Juni

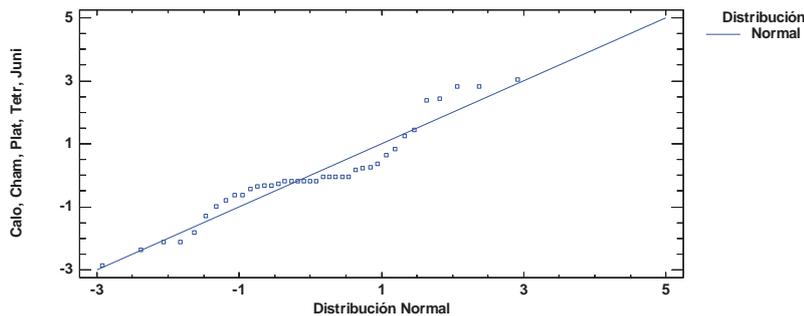
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,18421
DMENOS	0,12194
DN	0,18421
Valor-P	0,141781

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Calo, Cham, Plat, Tetr, Juni puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Calo, Cham, Plat, Tetr, Juni proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Cupressus"&H (m)>3)

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-0,678547	0,615223	-1,10293	0,2715
Pendiente	3,04916	0,22363	13,6348	0,0000

Análisis de Varianza

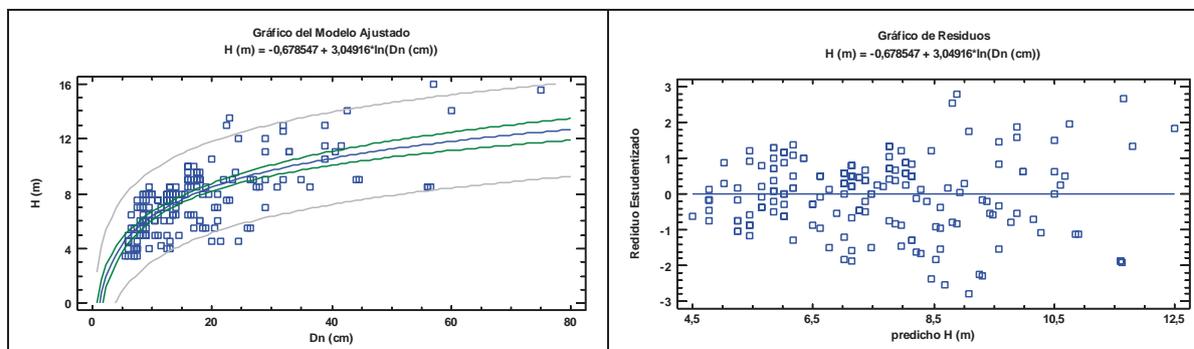
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	529,22	1	529,22	185,91	0,0000
Residuo	518,095	182	2,84667		
Total (Corr.)	1047,31	183			

Coefficiente de Correlación = 0,710853

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 50,2593 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = -0,678547 + 3,04916 \cdot \ln(Dn (cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Cupressus>3m

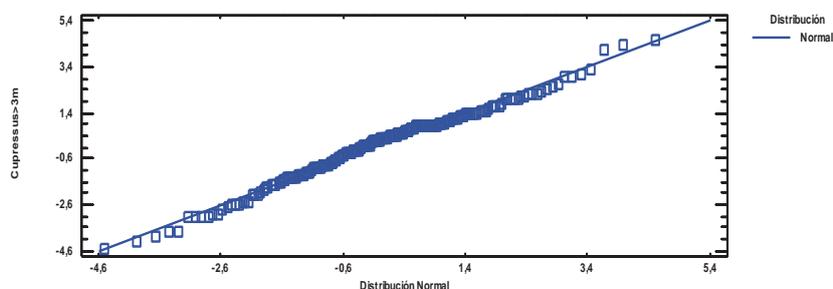
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,042983
DMENOS	0,068871
DN	0,068871
Valor-P	0,350042

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Cupressus>3m puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Cupressus>3m proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Sequoia"|Genero="Sequoiadendron")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	2,76908	1,53487	1,80411	0,0871
Pendiente	0,214916	0,03131	6,86412	0,0000

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	569,135	1	569,135	47,12	0,0000
Residuo	229,508	19	12,0794		
Total (Corr.)	798,643	20			

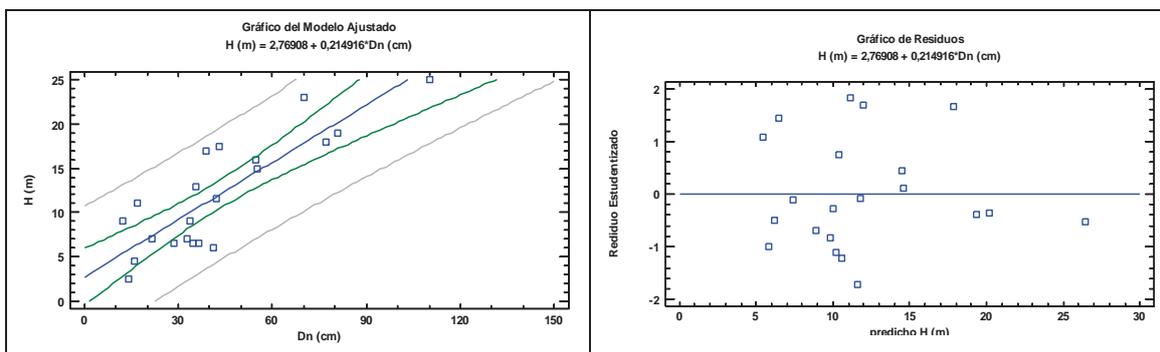
Coeficiente de Correlación = **0,844172**

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 69,7502 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = 2,76908 + 0,214916 \cdot Dn (cm)$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.

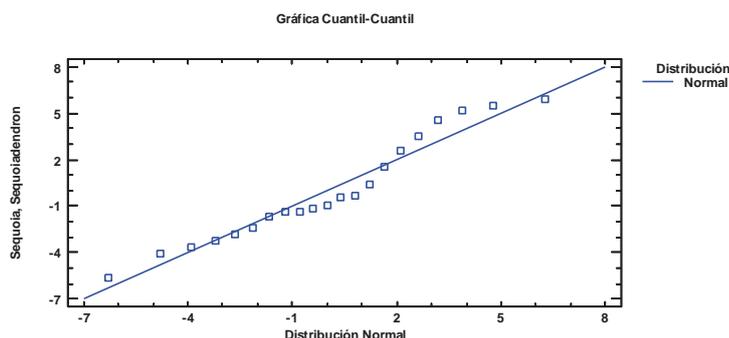


Pruebas de Normalidad para Sequoia, Sequoiadendron

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,941712	0,231468

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Sequoia, Sequoiadendron puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Sequoia, Sequoiadendron proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Catalpa")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,0864461	0,0553791	1,56099	0,1198
Pendiente	0,677055	0,0186269	36,3482	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	33,6207	1	33,6207	1321,19	0,0000
Residuo	6,33637	249	0,0254473		
Total (Corr.)	39,9571	250			

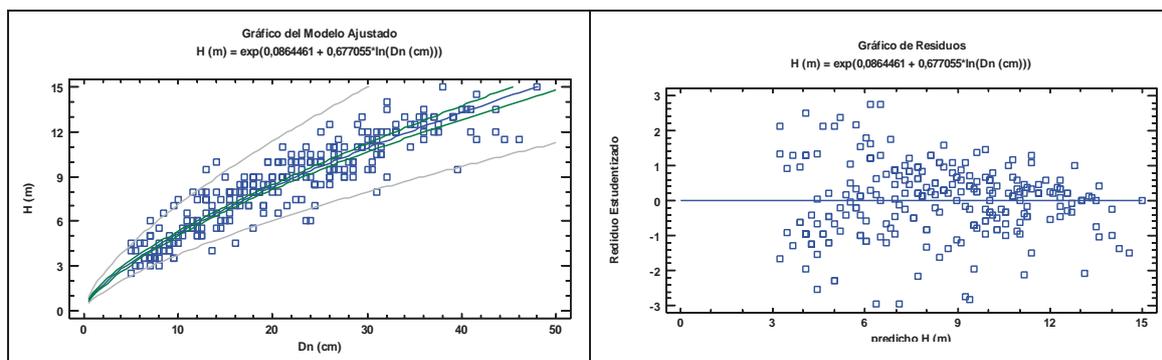
Coefficiente de Correlación = 0,91729

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 84,0784 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,0864461 + 0,677055 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,0864461 + 0,677055 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.

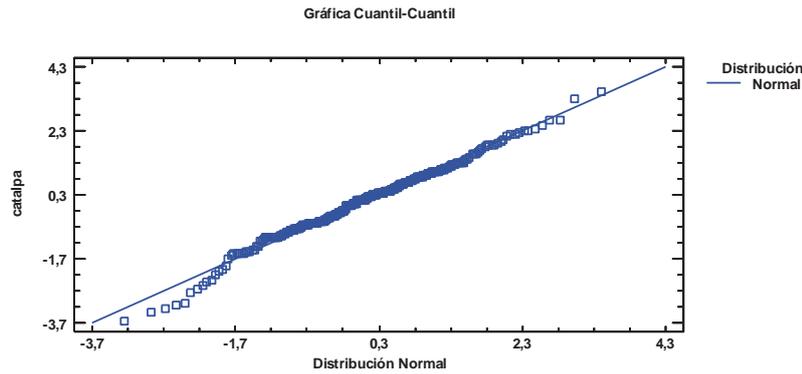
**Pruebas de Bondad-de-Ajuste para catalpa**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0318565
DMENOS	0,052605
DN	0,052605
Valor-P	0,502417

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si catalpa puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que catalpa proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Liquidambar")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Cuadrado Doble: $Y = \sqrt{a + b \cdot X^2}$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	20,8828	0,743373	28,0919	0,0000
Pendiente	0,0862616	0,0108073	7,98175	0,0000

Análisis de Varianza

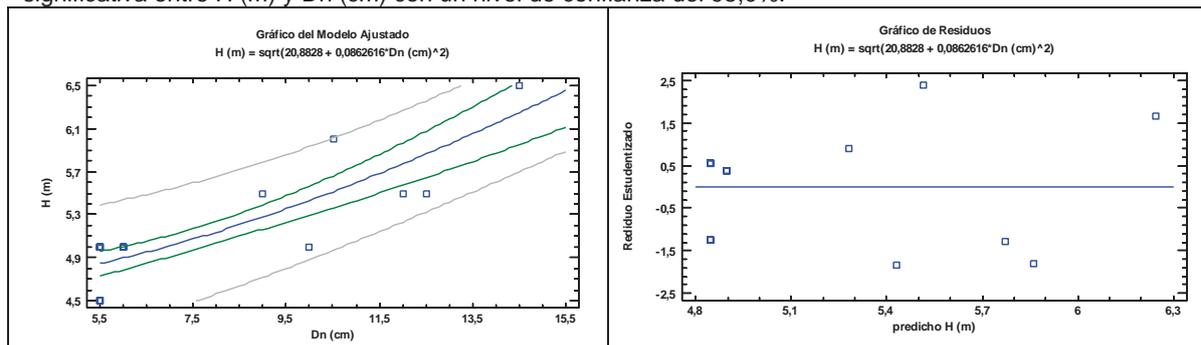
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	455,251	1	455,251	63,71	0,0000
Residuo	200,084	28	7,14586		
Total (Corr.)	655,335	29			

Coefficiente de Correlación = 0,833477

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 68,378 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble cuadrado para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = \sqrt{20,8828 + 0,0862616 \cdot Dn (cm)^2}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Normalidad para Liquidambar

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,783935	0,0000132191

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Liquidambar puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que Liquidambar proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Celtis")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-0,35535	0,128811	-2,7587	0,0086
Pendiente	0,86531	0,048345	17,8986	0,0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	9,00945	1	9,00945	320,36	0,0000
Residuo	1,18116	42	0,0281228		
Total (Corr.)	10,1906	43			

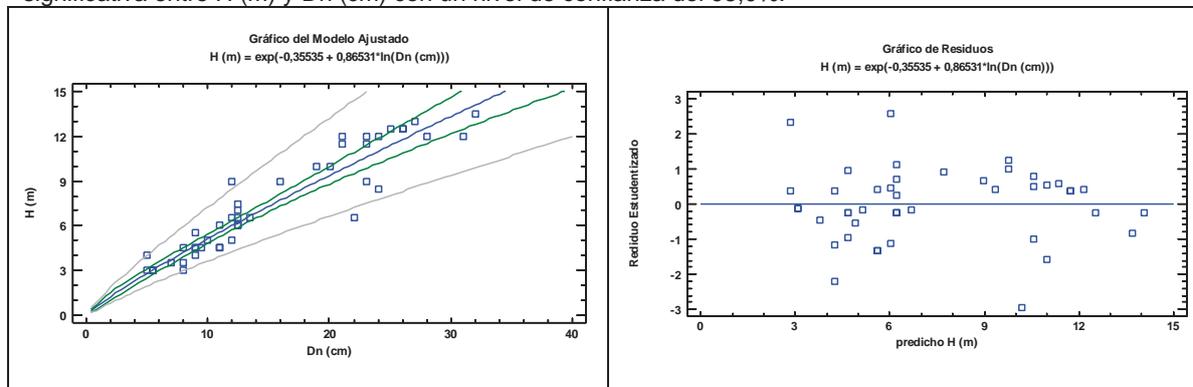
Coefficiente de Correlación = 0,940262

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 88,1334 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(-0,35535 + 0,86531 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = -0,35535 + 0,86531 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



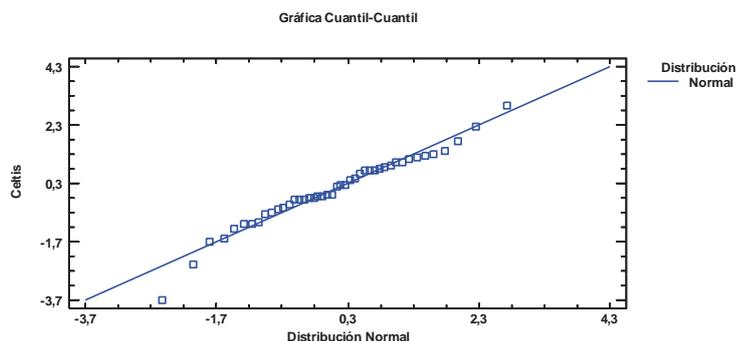
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Celtis

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0733661
DMENOS	0,0852306
DN	0,0852306
Valor-P	0,906573

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Celtis puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Celtis proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Cephalotaxus")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Cuadrado de Y: $Y = \sqrt{a + b \cdot X}$

Coefficientes

Parámetro	Mínimos Cuadrados Estimado	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	17,2585	6,92358	2,49272	0,0182
Pendiente	4,33243	0,439896	9,84875	0,0000

Análisis de Varianza

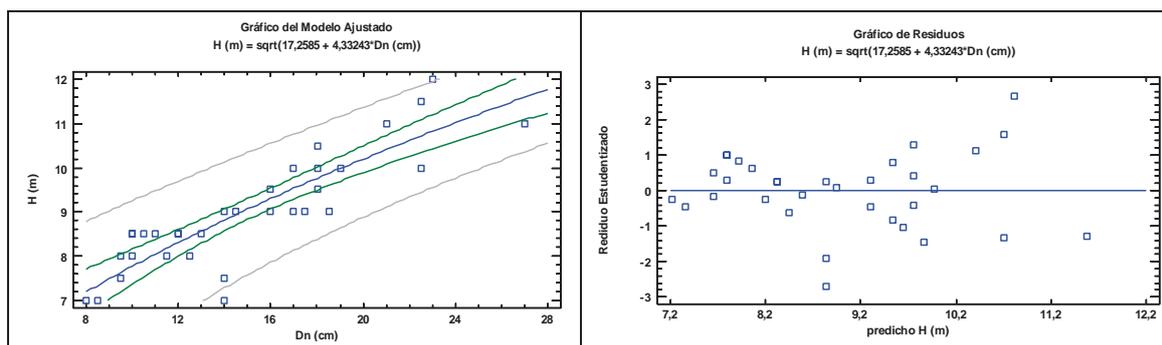
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	13791,1	1	13791,1	97,00	0,0000
Residuo	4407,55	31	142,179		
Total (Corr.)	18198,6	32			

Coefficiente de Correlación = 0,870522

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 74,9996 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo Y-cuadrada para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = \sqrt{17,2585 + 4,33243 \cdot Dn (cm)}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.

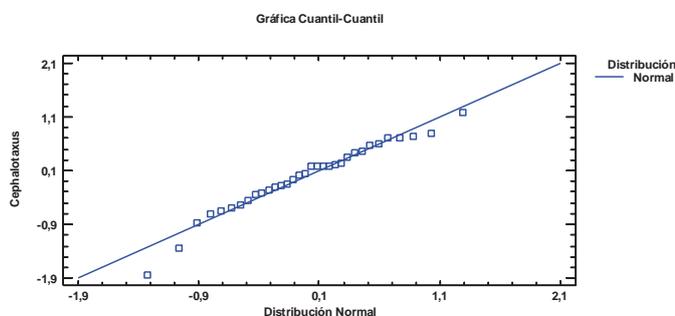


Pruebas de Normalidad para Cephalotaxus

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,968543	0,508413

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si *Cephalotaxus* puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que *Cephalotaxus* proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Fabaceae"&Singularidad="Singular1")

Variable dependiente: H (m)
Variable independiente: Dn (cm)
Inversa de Y: $Y = 1/(a + b \cdot X)$

Coeficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,0734026	0,0039865	18,4128	0,0000
Pendiente	-0,000411106	0,0000753533	-5,45572	0,0000

Análisis de Varianza

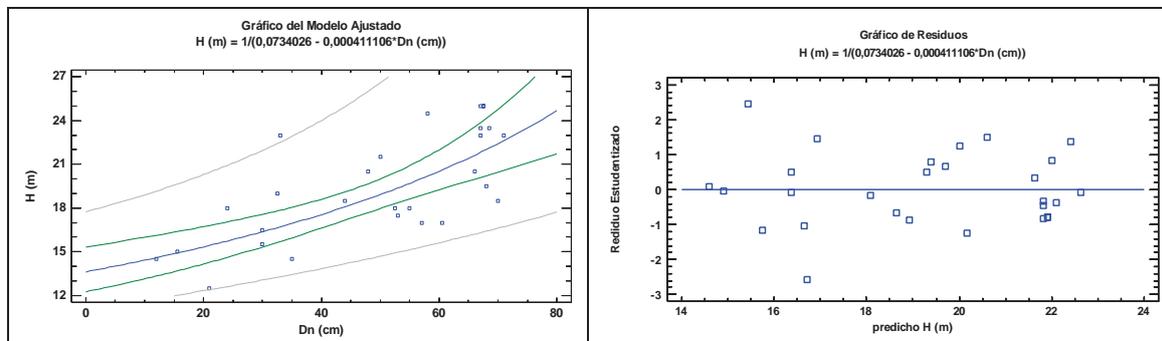
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,00157423	1	0,00157423	29,76	0,0000
Residuo	0,00137511	26	0,000052889		
Total (Corr.)	0,00294935	27			

Coefficiente de Correlación = -0,730586

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 51,5824 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo recíprocal-Y para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = 1/(0,0734026 - 0,000411106 \cdot Dn (cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



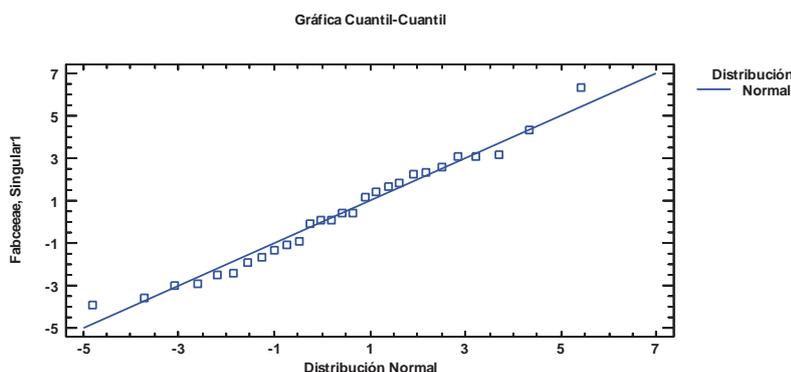
Alumno: Jaime Serrano Stampa
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Pruebas de Normalidad para Fabceae, Singular1

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,973203	0,692992

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Fabceae, Singular1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Fabceae, Singular1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Fabceae"&Singularidad<>"Singular1")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,16919	0,0701674	2,41123	0,0164
Pendiente	0,666995	0,0256879	25,9653	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	35,759	1	35,759	674,20	0,0000
Residuo	18,829	355	0,0530393		
Total (Corr.)	54,5879	356			

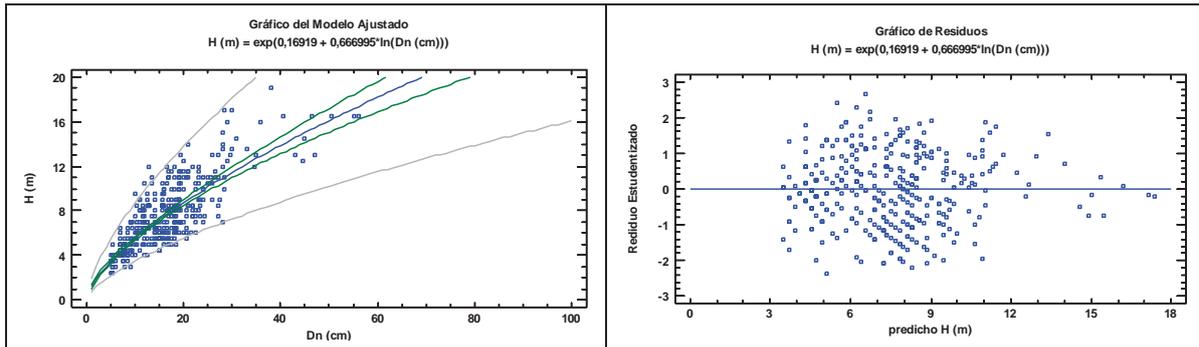
Coefficiente de Correlación = 0,809365

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 65,4099 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,16919 + 0,666995 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,16919 + 0,666995 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



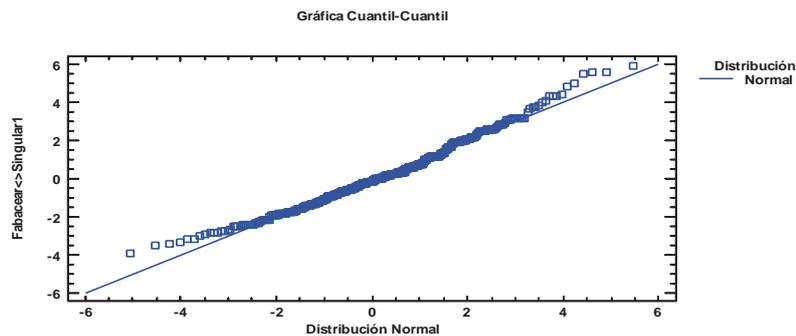
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Fabacear<>Singular1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0680526
DMENOS	0,0264694
DN	0,0680526
Valor-P	0,0732798

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Fabacear<>Singular1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Fabacear<>Singular1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Familia="Rosaceae"&Genero<>"Cotoneaster"&Genero<>"Eriobotrya"&Genero<>"Photinia")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	0,250713	0,0658152	3,80934	0,0002
Pendiente	0,612041	0,0260434	23,5008	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

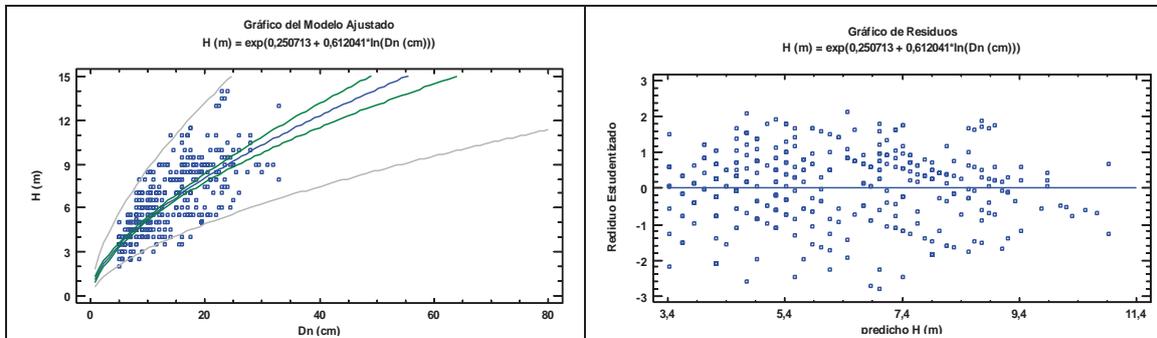
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	34,7586	1	34,7586	552,29	0,0000
Residuo	26,37	419	0,0629355		
Total (Corr.)	61,1285	420			

Coefficiente de Correlación = 0,754065

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 56,7585 por ciento
 La ecuación del modelo ajustado es

$$H \text{ (m)} = \exp(0,250713 + 0,612041 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)})) \quad \text{ó} \quad \ln(H \text{ (m)}) = 0,250713 + 0,612041 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Rosaceae"&Genero<>"Cotoneaster"&

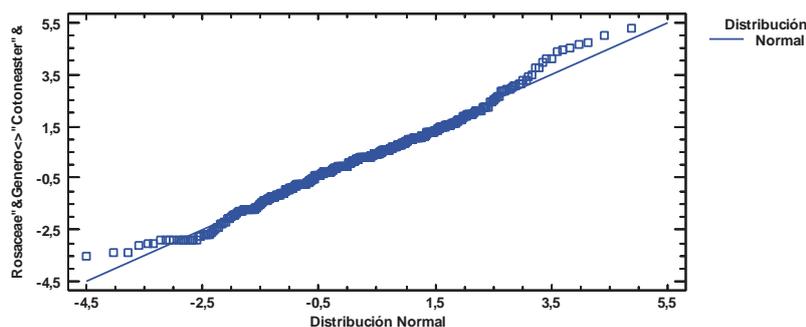
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,043817
DMENOS	0,0340752
DN	0,043817
Valor-P	0,398709

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Rosaceae"&Genero<>"Cotoneaster"& puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Rosaceae"&Genero<>"Cotoneaster"& proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Rosaceae"&Genero="Cotoneaster"|Genero="Eriobotrya"|Genero="Photinia")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-11,1782	1,59216	-7,0208	0,0000
Pendiente	7,55916	0,642966	11,7567	0,0000

Análisis de Varianza

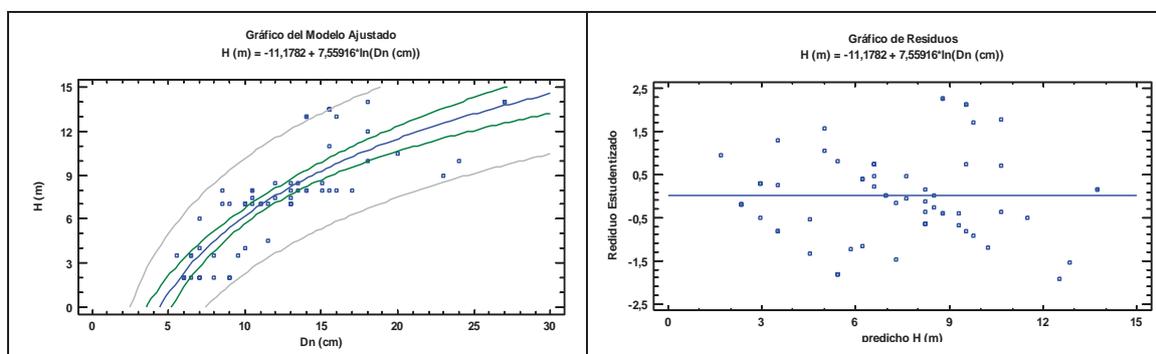
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	519,381	1	519,381	138,22	0,0000
Residuo	221,701	59	3,75764		
Total (Corr.)	741,082	60			

Coefficiente de Correlación = 0,837163

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 69,5771 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H(m) = -11,1782 + 7,55916 \cdot \ln(Dn(cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



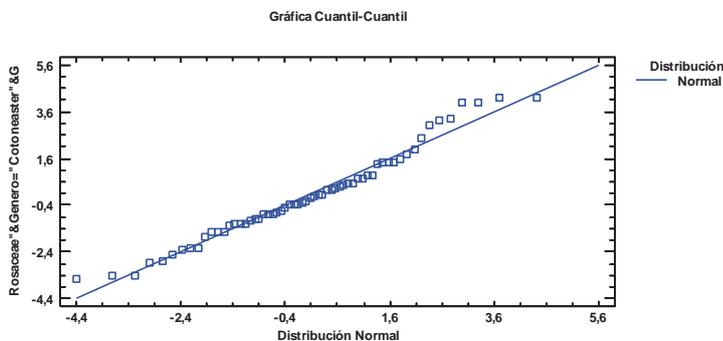
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Rosaceae"&Genero="Cotoneaster"&G

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0801121
DMENOS	0,0555226
DN	0,0801121
Valor-P	0,828544

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Rosaceae"&Genero="Cotoneaster"&G puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Rosaceae"&Genero="Cotoneaster"&G proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Elaeagnaceae")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,85017	1,33734	-1,38347	0,1771
Pendiente	3,17233	0,523077	6,06475	0,0000

Análisis de Varianza

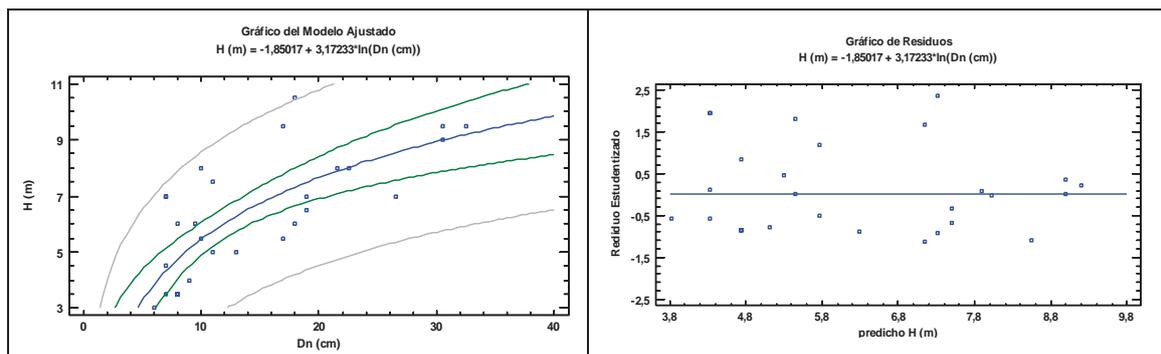
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	81,4728	1	81,4728	36,78	0,0000
Residuo	64,2369	29	2,21506		
Total (Corr.)	145,71	30			

Coefficiente de Correlación = 0,74776

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 54,3943 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = -1,85017 + 3,17233 \cdot \ln(Dn (cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



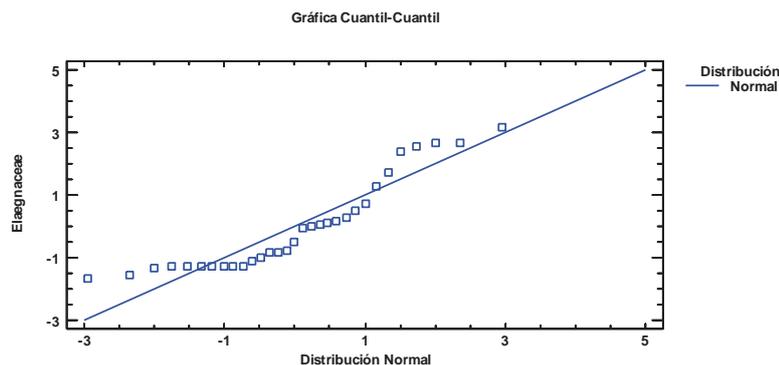
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Elaeagnaceae

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,181351
DMENOS	0,131525
DN	0,181351
Valor-P	0,260589

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Elaeagnaceae puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Elaeagnaceae proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Familia="Fagaceae"&Singularidad<>"Singular0")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Cuadrado Doble: $Y = \sqrt{a + b \cdot X^2}$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	71,124	4,99101	14,2504	0,0000
Pendiente	0,134902	0,00557207	24,2104	0,0000

Análisis de Varianza

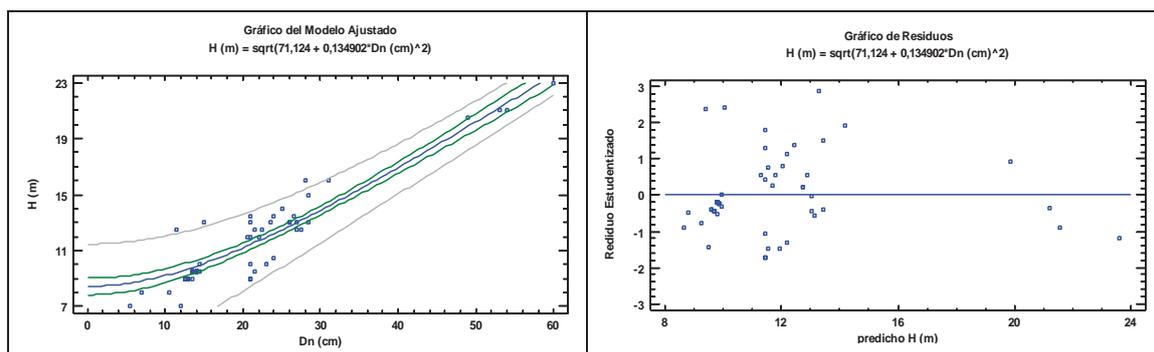
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	510592,	1	510592,	586,15	0,0000
Residuo	47910,5	55	871,1		
Total (Corr.)	558502,	56			

Coefficiente de Correlación = 0,956146

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 91,2656 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble cuadrado para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = \sqrt{71,124 + 0,134902 \cdot Dn (cm)^2}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Fagaceae<->Singular0

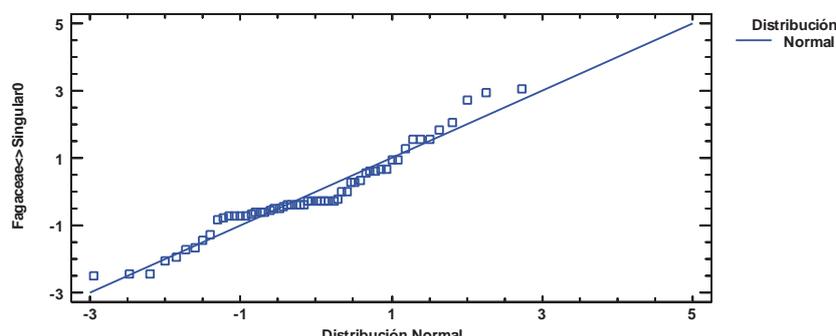
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,171396
DMENOS	0,12629
DN	0,171396
Valor-P	0,0702465

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Fagaceae<->Singular0 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Fagaceae<->Singular0 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Fagaceae"&Singularidad="Singular0")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Cuadrado Doble: $Y = \sqrt{a + b \cdot X^2}$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	15,3807	2,80258	5,48803	0,0000
Pendiente	0,082592	0,00500593	16,4988	0,0000

Análisis de Varianza

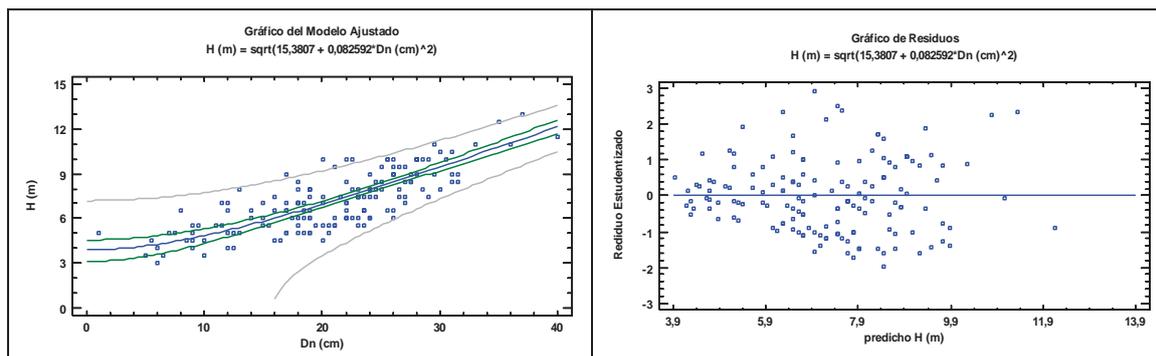
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	90278,7	1	90278,7	272,21	0,0000
Residuo	50079,1	151	331,649		
Total (Corr.)	140358,	152			

Coefficiente de Correlación = 0,802

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 64,0841 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble cuadrado para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = \sqrt{15,3807 + 0,082592 \cdot Dn (cm)^2}$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Fagaceae=Singular0

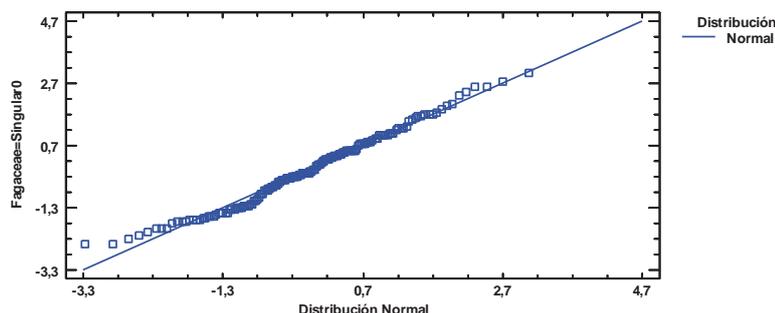
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0799493
DMENOS	0,0311979
DN	0,0799493
Valor-P	0,283269

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Fagaceae=Singular0 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Fagaceae=Singular0 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Moraceae" & Singularidad <=> "Singular1")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-0,175449	0,079436	-2,20869	0,0286
Pendiente	0,78753	0,0283133	27,8149	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	32,7575	1	32,7575	773,67	0,0000
Residuo	6,94386	164	0,0423406		
Total (Corr.)	39,7014	165			

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

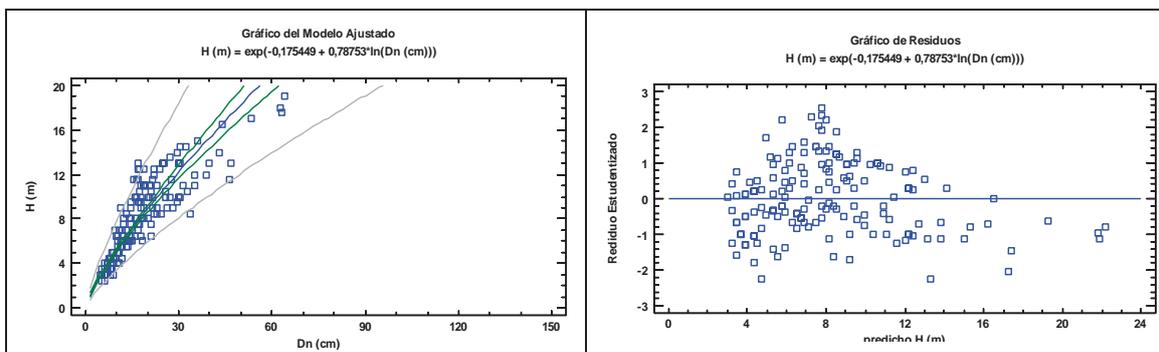
Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Coefficiente de Correlación = **0,908349**
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 82,4031 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(-0,175449 + 0,78753 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = -0,175449 + 0,78753 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Moraceae

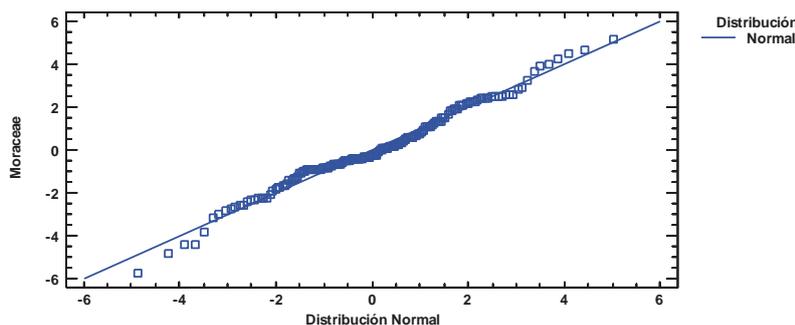
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,064168
DMENOS	0,0730852
DN	0,0730852
Valor-P	0,340354

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Moraceae puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Moraceae proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Familia="Oleaceae"&Genero<>"Olea"&Singularidad="Singular0"&Genero="Fraxinus")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Alumno: Jaime Serrano Stampa
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,534488	0,0843435	6,33704	0,0000
Pendiente	0,55848	0,0303734	18,3871	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	11,806	1	11,806	338,09	0,0000
Residuo	4,64436	133	0,03492		
Total (Corr.)	16,4503	134			

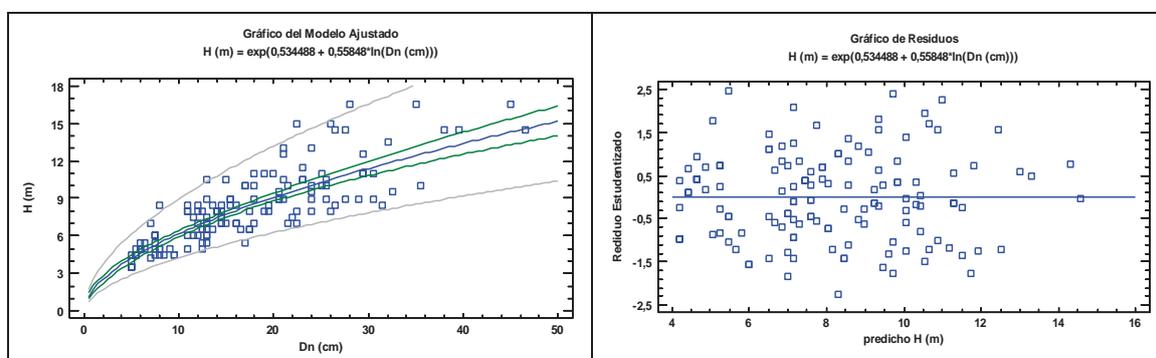
Coefficiente de Correlación = 0,847156

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 71,5551 por ciento

La ecuación del modelo ajustado es

$$H \text{ (m)} = \exp(0,534488 + 0,55848 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)})) \quad \text{ó} \quad \ln(H \text{ (m)}) = 0,534488 + 0,55848 \cdot \ln(Dn \text{ (cm)})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



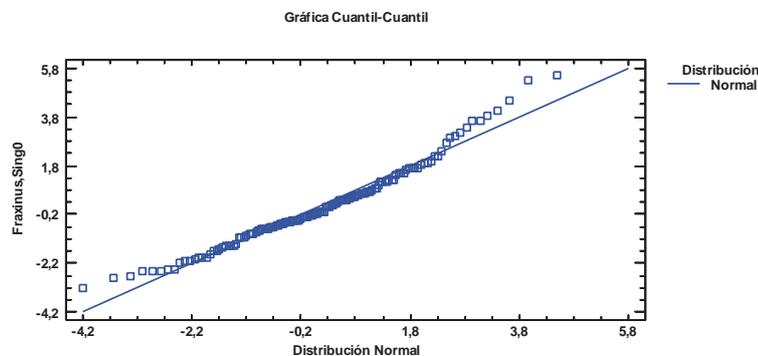
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Fraxinus,Sing0

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0743583
DMENOS	0,0355556
DN	0,0743583
Valor-P	0,452002

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Fraxinus,Sing0 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Fraxinus,Sing0 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Ligustrum"&Singularidad="Singular1")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-1,52529	0,603959	-2,52548	0,0119
Pendiente	5,9809	0,216246	27,6578	0,0000

Análisis de Varianza

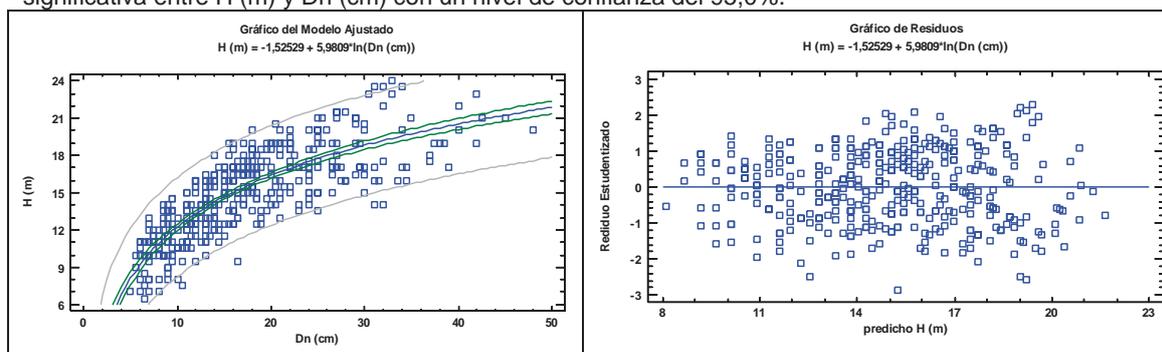
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	3175,65	1	3175,65	764,96	0,0000
Residuo	1656,42	399	4,15142		
Total (Corr.)	4832,06	400			

Coefficiente de Correlación = 0,810681

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 65,6344 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = -1,52529 + 5,9809 \cdot \ln(Dn (cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



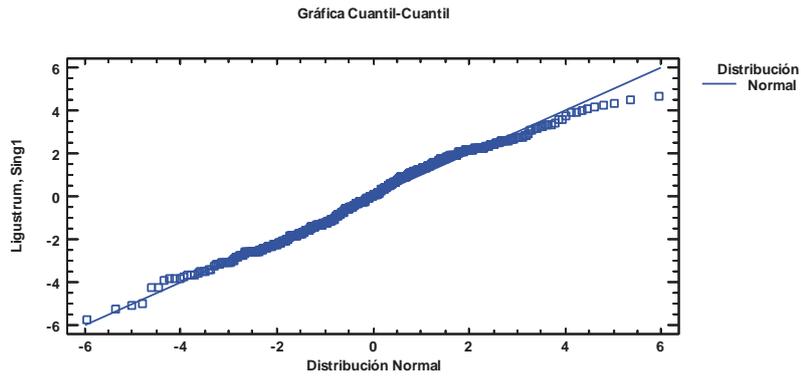
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Ligustrum, Sing1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0468062
DMENOS	0,0595093
DN	0,0595093
Valor-P	0,116843

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Ligustrum, Sing1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Ligustrum, Sing1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Ligustrum"&Parque<>"191"&Singularidad="Singular0")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-0,835553	0,264972	-3,15336	0,0019
Pendiente	2,16503	0,108014	20,044	0,0000

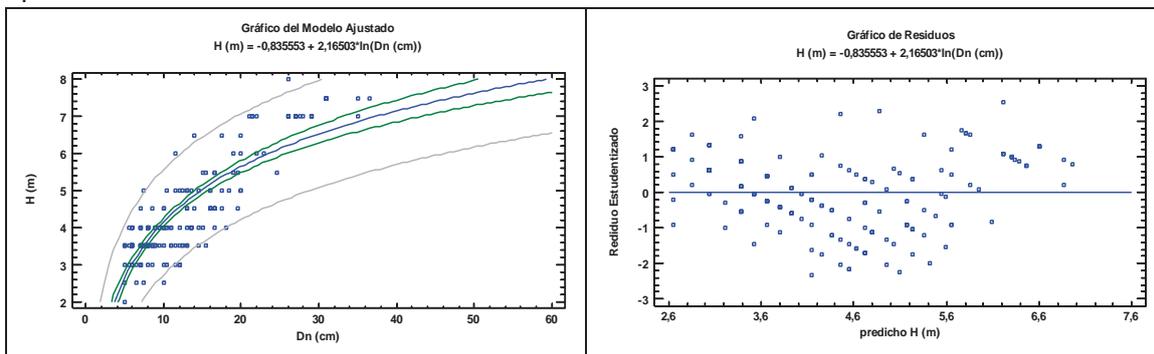
Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	207,748	1	207,748	401,76	0,0000
Residuo	88,4227	171	0,517092		
Total (Corr.)	296,171	172			

Coefficiente de Correlación = 0,837524
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 69,9701 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H(m) = -0,835553 + 2,16503 \cdot \ln(Dn(cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



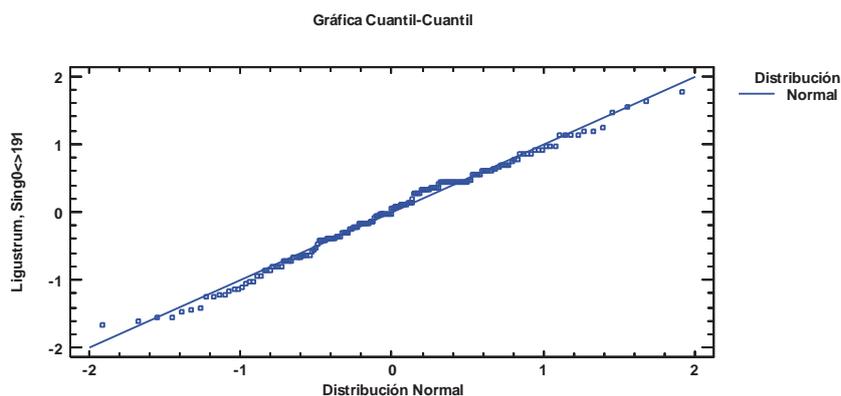
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Ligustrum, Sing0<>191

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0427191
DMENOS	0,0779269
DN	0,0779269
Valor-P	0,244863

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Ligustrum, Sing0<>191 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Ligustrum, Sing0<>191 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Ligustrum"&Parque="191")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	1,31732	0,0711497	18,5148	0,0000
Pendiente	0,349572	0,0260728	13,4075	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,4127	1	1,4127	179,76	0,0000
Residuo	0,322208	41	0,00785874		
Total (Corr.)	1,73491	42			

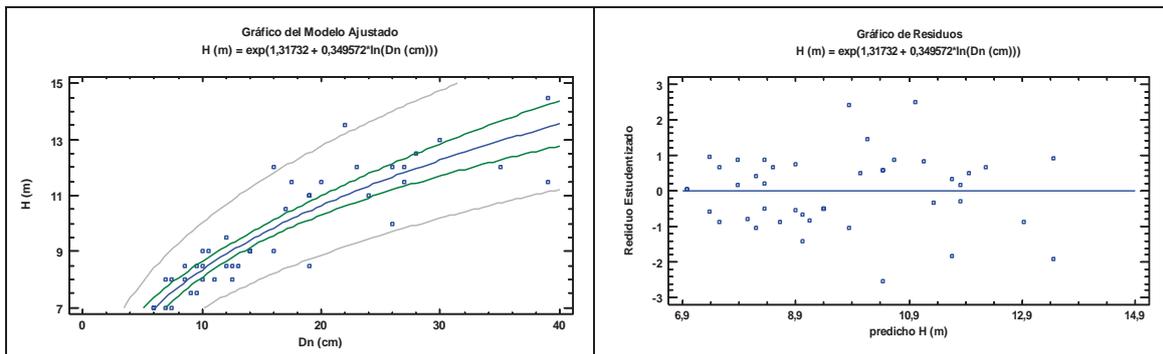
Coefficiente de Correlación = 0,902374

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 80,975 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(1,31732 + 0,349572 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 1,31732 + 0,349572 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



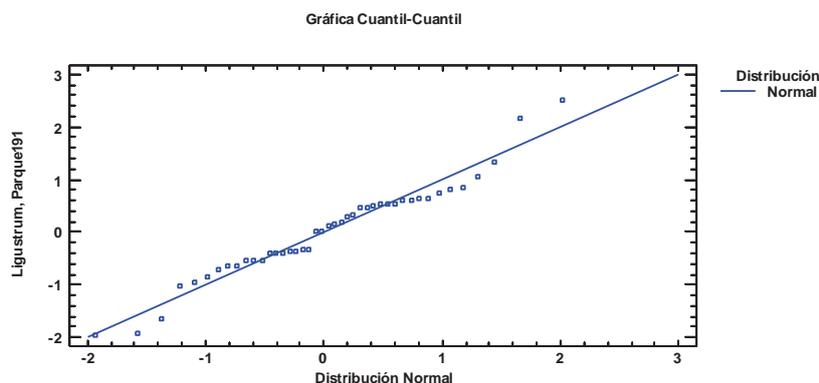
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Ligustrum, Parque191

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0920944
DMENOS	0,0703715
DN	0,0920944
Valor-P	0,859073

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Ligustrum, Parque191 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Ligustrum, Parque191 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Juglans"&Singularidad<>"Singular0")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-4,0934	2,38232	-1,71824	0,0948
Pendiente	6,78042	0,873701	7,76058	0,0000

Análisis de Varianza

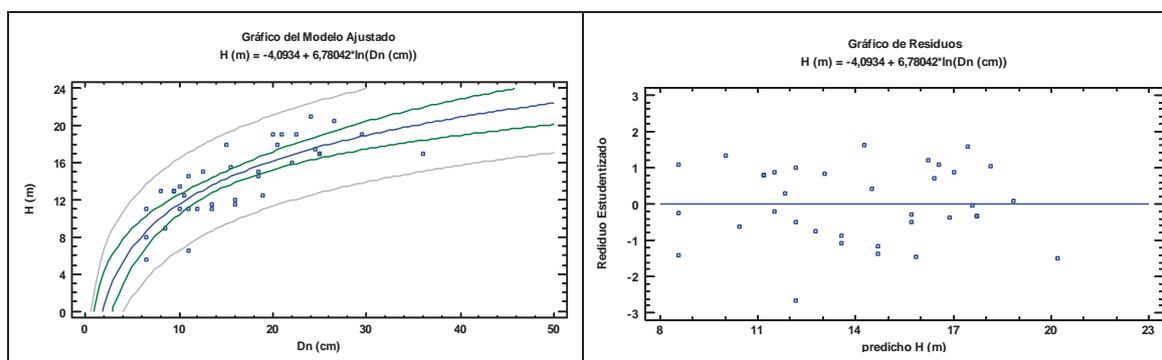
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	338,315	1	338,315	60,23	0,0000
Residuo	190,991	34	5,61737		
Total (Corr.)	529,306	35			

Coefficiente de Correlación = **0,79948**
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 62,8555 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = -4,0934 + 6,78042 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.

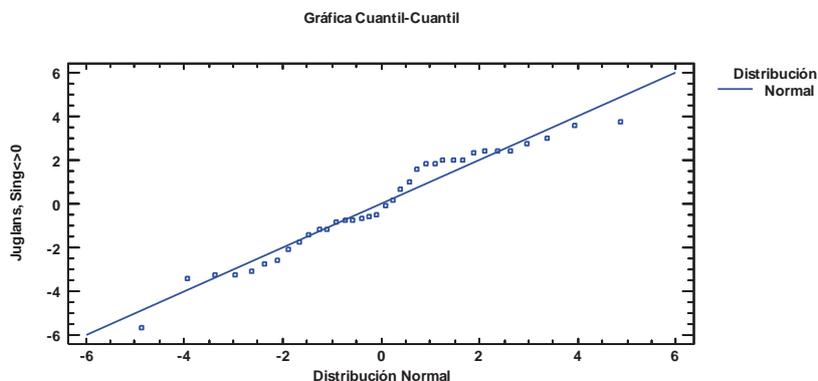


Pruebas de Normalidad para Juglans, Sing<>0

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,952278	0,162763

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Juglans, Sing<>0 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Juglans, Sing<>0 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Platanus"&Singularidad="Singular2")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,926397	0,131008	7,07128	0,0000
Pendiente	0,624497	0,038447	16,2431	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

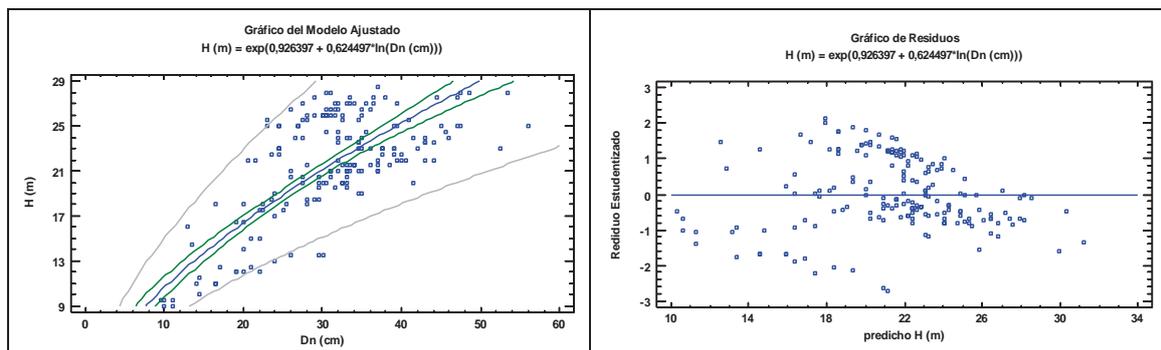
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,52426	1	7,52426	263,84	0,0000
Residuo	5,2189	183	0,0285186		
Total (Corr.)	12,7432	184			

Coefficiente de Correlación = 0,76841
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 58,8217 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,926397 + 0,624497 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,926397 + 0,624497 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Platanus"&Singularidad="Singular2")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Recíproco Doble: $Y = 1/(a + b/X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,0158675	0,00139735	11,3554	0,0000
Pendiente	0,928322	0,0370743	25,0395	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,031146	1	0,031146	626,98	0,0000
Residuo	0,00839529	169	0,0000496763		
Total (Corr.)	0,0395413	170			

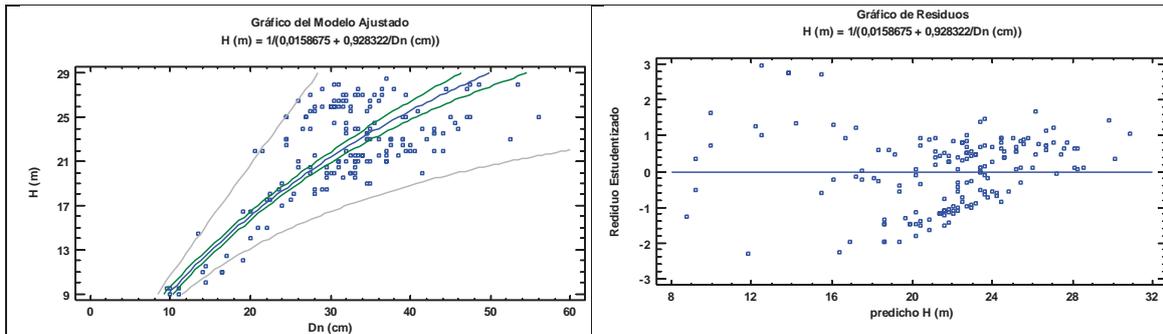
Alumno: Jaime Serrano Stampa
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Coefficiente de Correlación = **0,887515**
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 78,6426 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble inverso para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = 1/(0,0158675 + 0,928322/Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



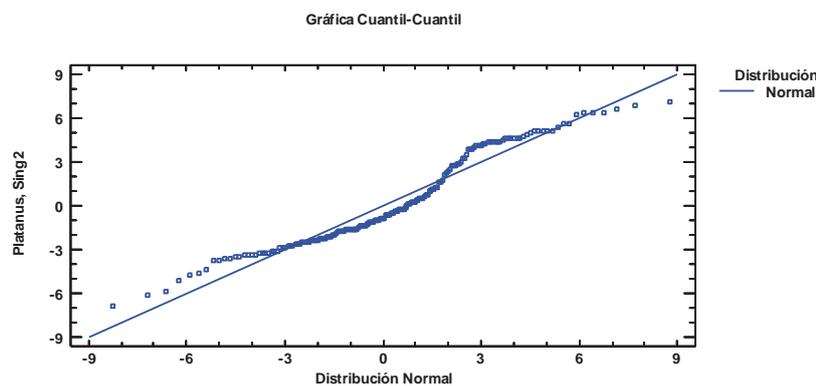
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Platanus, Sing2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,106135
DMENOS	0,102528
DN	0,106135
Valor-P	0,0424523

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Platanus, Sing2 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que Platanus, Sing2 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Familia="Platanaceae"&Singularidad="Singular0"&Parque<>"192")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Alumno: Jaime Serrano Stampa
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,556951	0,0305594	18,2252	0,0000
Pendiente	0,647276	0,00935517	69,1891	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	119,575	1	119,575	4787,13	0,0000
Residuo	19,8328	794	0,0249783		
Total (Corr.)	139,407	795			

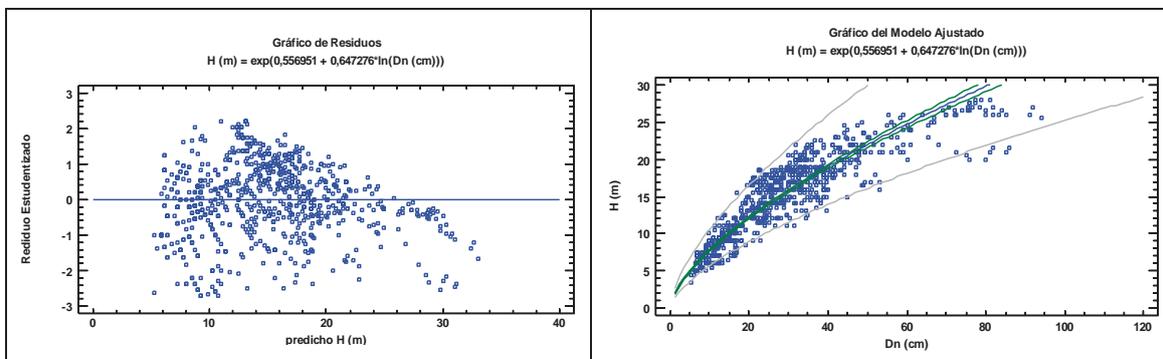
Coefficiente de Correlación = 0,92614

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 85,7556 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,556951 + 0,647276 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,556951 + 0,647276 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para platanac, sing0

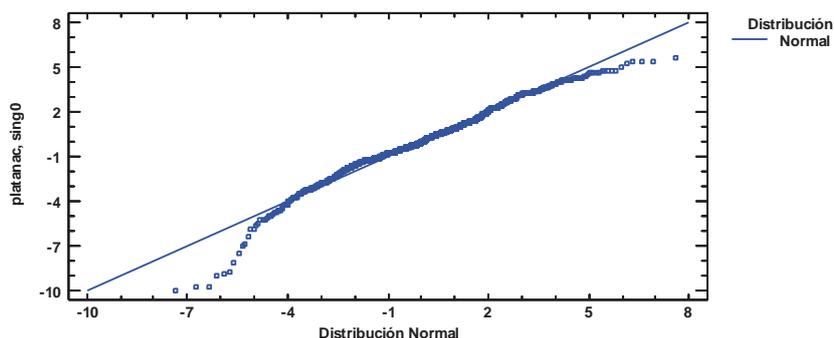
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0265793
DMENOS	0,0552822
DN	0,0552822
Valor-P	0,0154184

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si platanac, sing0 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que platanac, sing0 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Familia="Platanaceae"&Singularidad="Singular1"&Parque<>"192")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Selección de la Variable: Familia="Platanaceae"&Singularidad="Singular1"&Parque<>"192"

Cuadrado de X: $Y = a + b \cdot X^2$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	24,6212	0,33962	72,4963	0,0000
Pendiente	0,000715109	0,00010824	6,60669	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	65,3209	1	65,3209	43,65	0,0000
Residuo	116,729	78	1,49653		
Total (Corr.)	182,05	79			

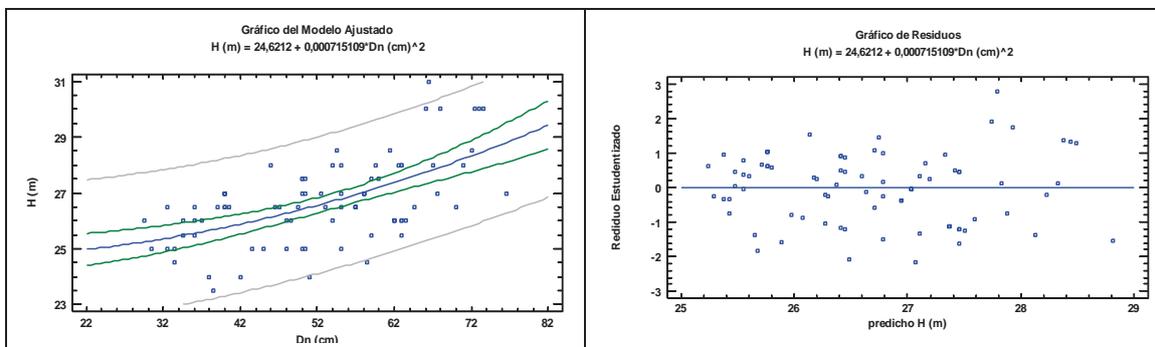
Coefficiente de Correlación = 0,599005

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 35,0587 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo X-cuadrada para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = 24,6212 + 0,000715109 \cdot Dn (cm)^2$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para platanac, sing1

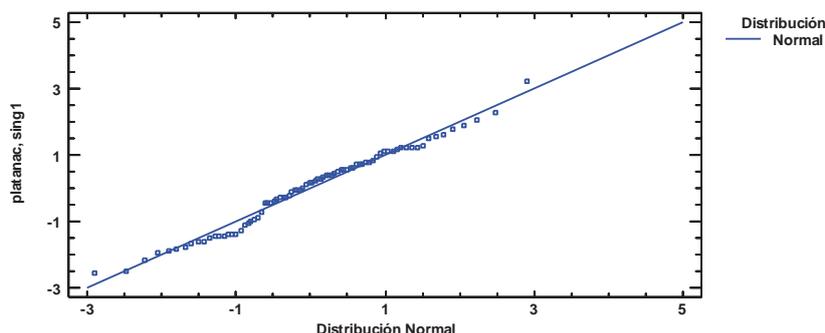
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0826596
DMENOS	0,0721824
DN	0,0826596
Valor-P	0,645149

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si platanac, sing1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que platanac, sing1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil

**Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Magnoliaceae")**

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$ **Coefficientes**

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-3,18276	0,721147	-4,41347	0,0001
Pendiente	4,10857	0,304532	13,4914	0,0000

Análisis de Varianza

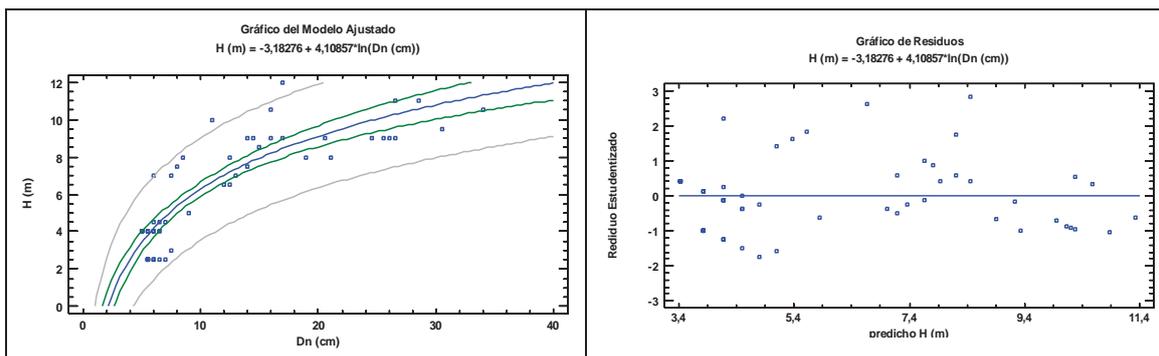
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	336,056	1	336,056	182,02	0,0000
Residuo	97,8529	53	1,84628		
Total (Corr.)	433,909	54			

Coeficiente de Correlación = 0,880048

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 77,023 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = -3,18276 + 4,10857 \cdot \ln(Dn (cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Magnoliaceae

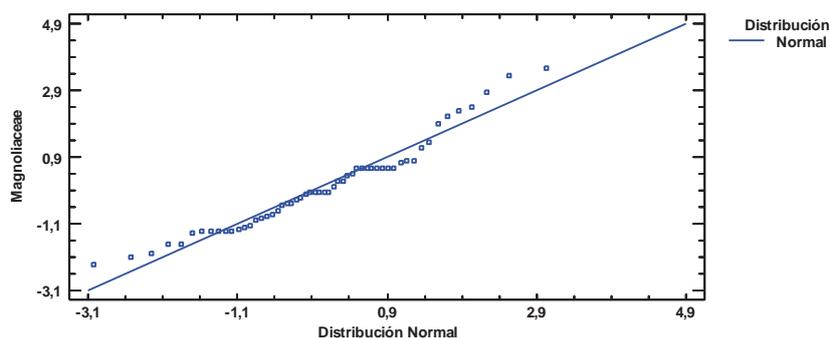
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,11773
DMENOS	0,065411
DN	0,11773
Valor-P	0,437644

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Magnoliaceae puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Magnoliaceae proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Populus"&Singularidad<>"Singular2")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Log-X: $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	-14,4313	1,25243	-11,5226	0,0000
Pendiente	9,04044	0,340611	26,5418	0,0000

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7823,77	1	7823,77	704,47	0,0000
Residuo	6041,62	544	11,1059		
Total (Corr.)	13865,4	545			

Alumno: Jaime Serrano Stampa

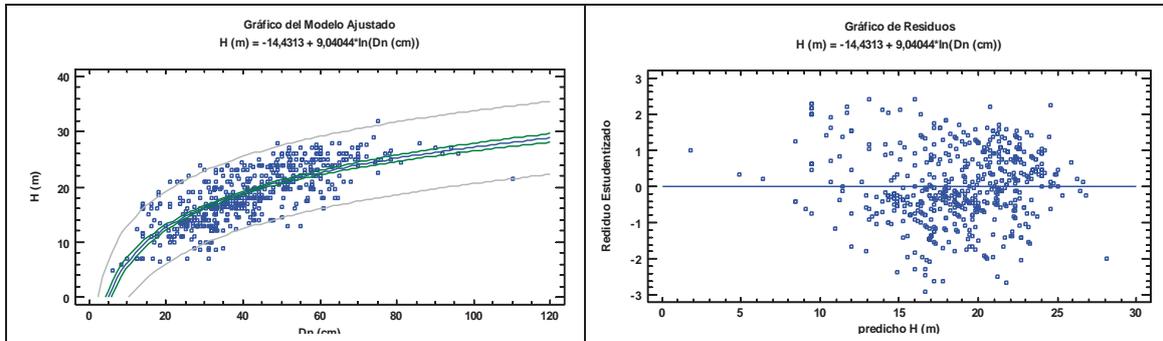
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Coefficiente de Correlación = **0,751177**
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 56,3465 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo log-X para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es $H (m) = -14,4313 + 9,04044 \cdot \ln(Dn (cm))$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



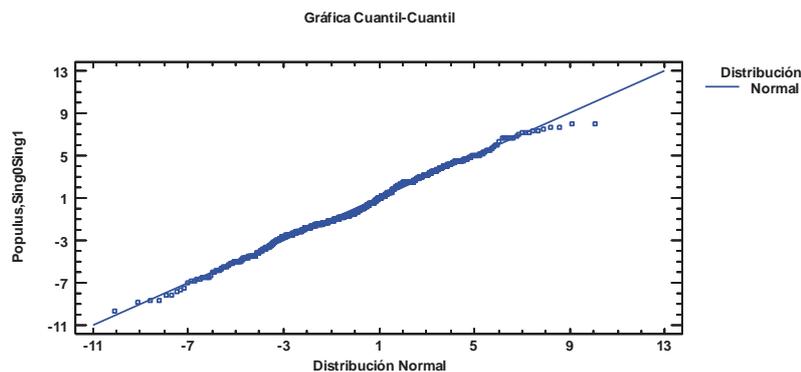
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Populus,Sing0Sing1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0481022
DMENOS	0,0370885
DN	0,0481022
Valor-P	0,159886

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Populus,Sing0Sing1 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Populus,Sing0Sing1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Populus"&Singularidad="Singular2")

Variable dependiente: H (m)
 Variable independiente: Dn (cm)
 Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,748761	0,0800749	9,35076	0,0000
Pendiente	0,655906	0,0226016	29,0203	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	16,8056	1	16,8056	842,18	0,0000
Residuo	3,75152	188	0,0199549		
Total (Corr.)	20,5571	189			

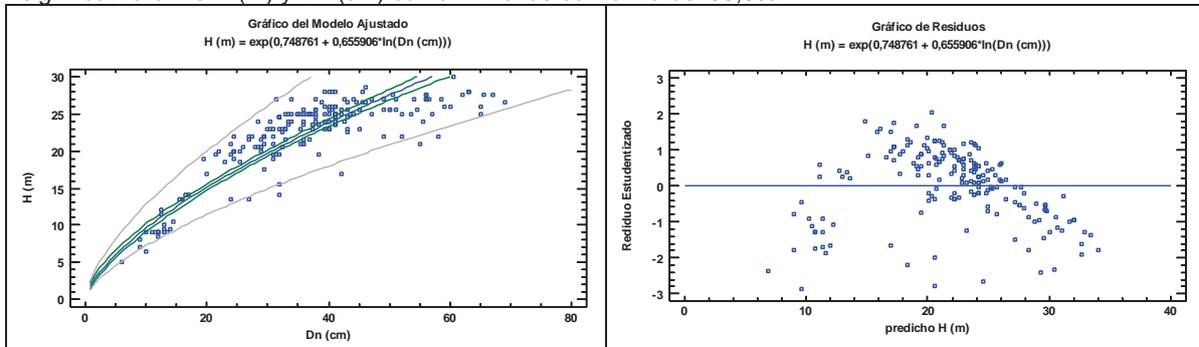
Coefficiente de Correlación = 0,904161

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 81,6537 porciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H(m) = \exp(0,748761 + 0,655906 \cdot \ln(Dn(cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H(m)) = 0,748761 + 0,655906 \cdot \ln(Dn(cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



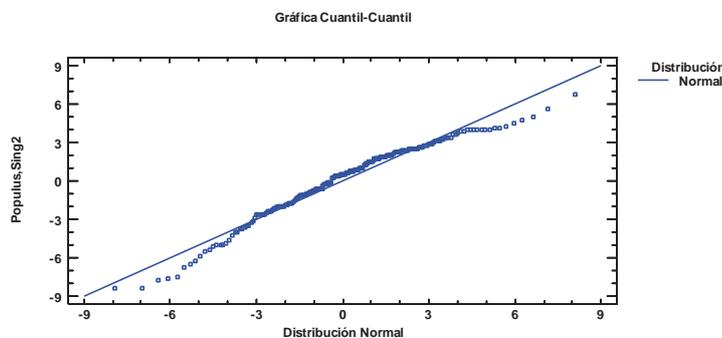
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Populus,Sing2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0556692
DMENOS	0,0830203
DN	0,0830203
Valor-P	0,145765

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Populus,Sing2 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Populus,Sing2 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Salix"&Parque="148"|Parque="149"|Parque="153"|Parque="156"|Parque="170"|Parque="164")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,184534	0,0622096	2,96633	0,0030
Pendiente	0,63431	0,0205364	30,8872	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	85,0871	1	85,0871	954,02	0,0000
Residuo	54,1373	607	0,0891883		
Total (Corr.)	139,224	608			

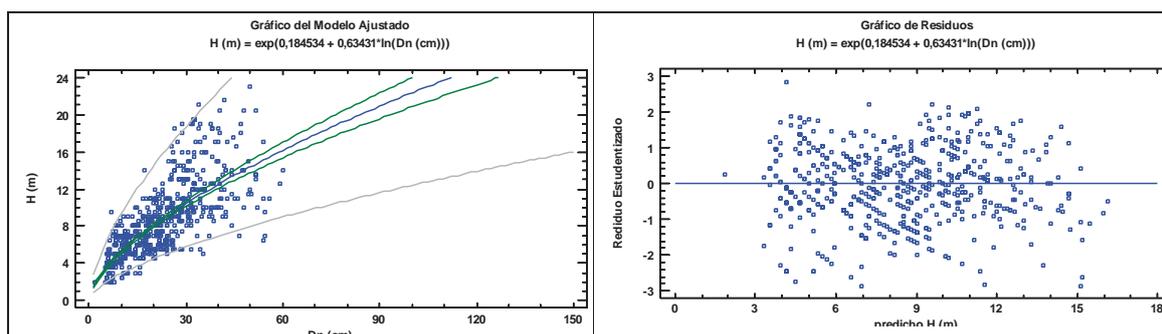
Coefficiente de Correlación = 0,781761

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 61,051 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,184534 + 0,63431 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,184534 + 0,63431 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



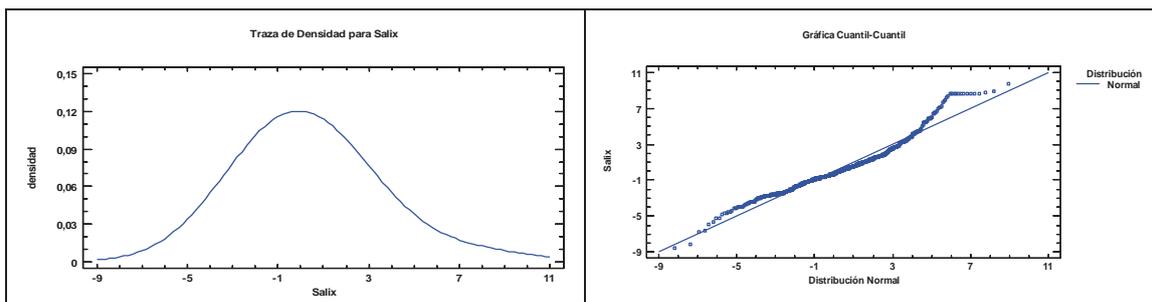
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Salix

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0861255
DMENOS	0,0513213
DN	0,0861255
Valor-P	0,000238415

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Salix puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que Salix proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Familia="Taxaceae"&Singularidad="Singular1")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,356751	0,131336	2,71632	0,0084
Pendiente	0,628653	0,0406198	15,4765	0,0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,21088	1	7,21088	239,52	0,0000
Residuo	1,95684	65	0,0301053		
Total (Corr.)	9,16772	66			

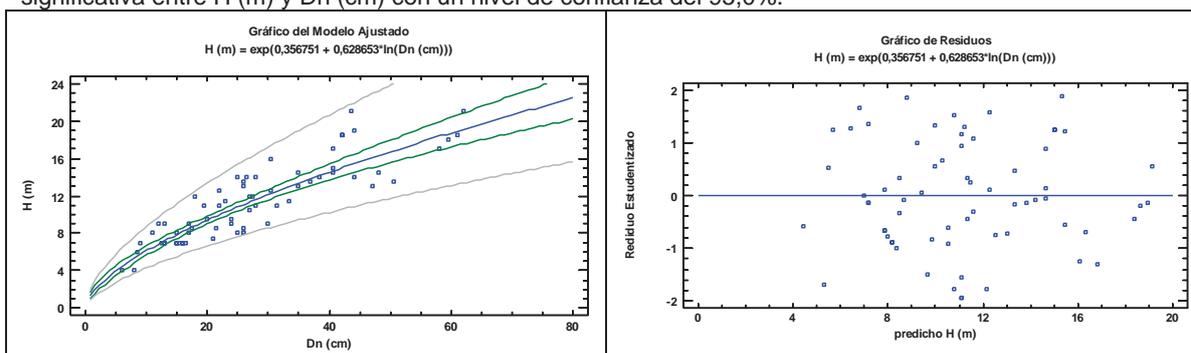
Coefficiente de Correlación = 0,886877

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 78,3267 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,356751 + 0,628653 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,356751 + 0,628653 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Taxaceae2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0970956
DMENOS	0,0614556
DN	0,0970956
Valor-P	0,552688

Alumno: Jaime Serrano Stampa

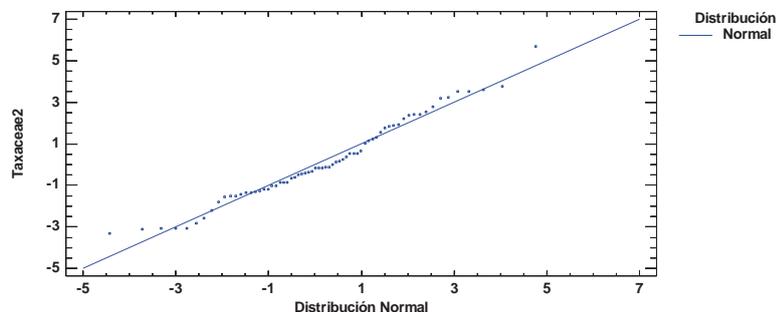
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Taxaceae2 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Taxaceae2 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Tilia"&Singularidad<>"Singular1"&Parque<>"193"&Parque<>"174")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,318707	0,0552275	5,7708	0,0000
Pendiente	0,600369	0,0199975	30,0222	0,0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	21,8885	1	21,8885	901,33	0,0000
Residuo	6,70257	276	0,0242847		
Total (Corr.)	28,5911	277			

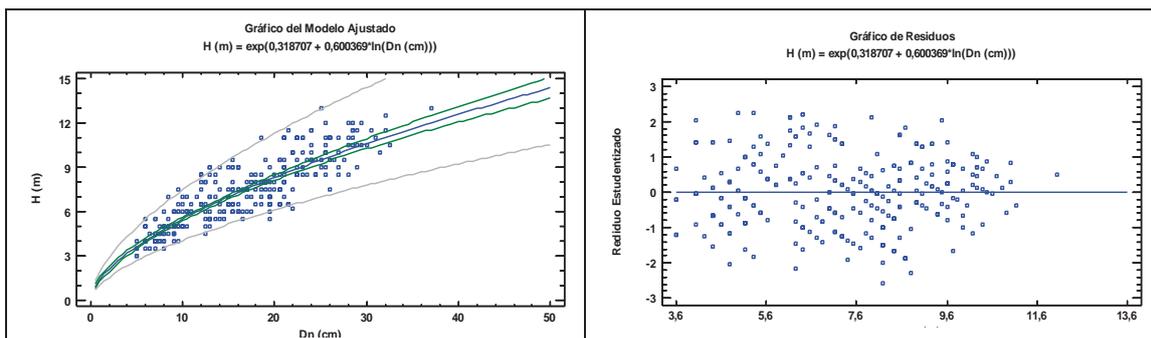
Coefficiente de Correlación = 0,874969

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 76,4722 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,318707 + 0,600369 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,318707 + 0,600369 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Tiliaceae

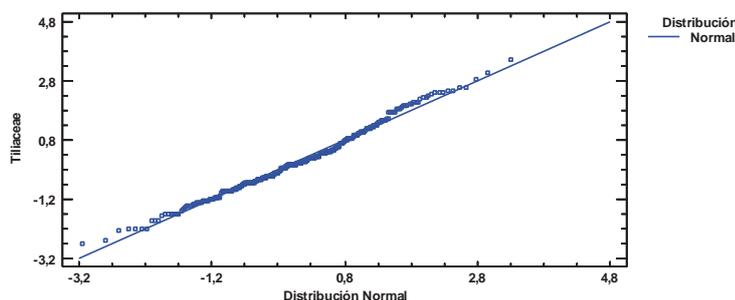
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0652949
DMENOS	0,0383625
DN	0,0652949
Valor-P	0,186951

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Tiliaceae puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Tiliaceae proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Gráfica Cuantil-Cuantil



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm)
(Genero="Tilia"&(Singularidad="Singular1"|Parque="193"|Parque="174"))

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,895001	0,223256	4,00886	0,0002
Pendiente	0,551685	0,0615385	8,96488	0,0000

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,21938	1	2,21938	80,37	0,0000
Residuo	1,76735	64	0,0276149		
Total (Corr.)	3,98673	65			

Coficiente de Correlación = 0,746118

Alumno: Jaime Serrano Stampa

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

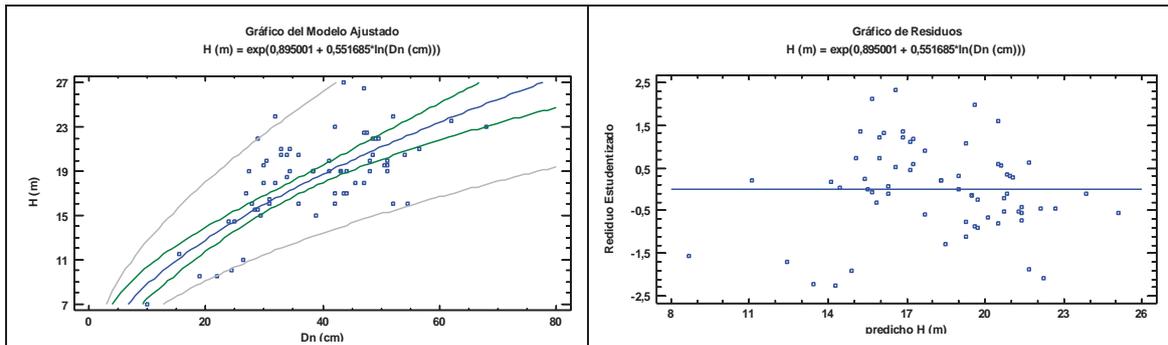
Titulación de: Máster en Ingeniería de Montes

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 54,9765 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,895001 + 0,551685 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,895001 + 0,551685 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



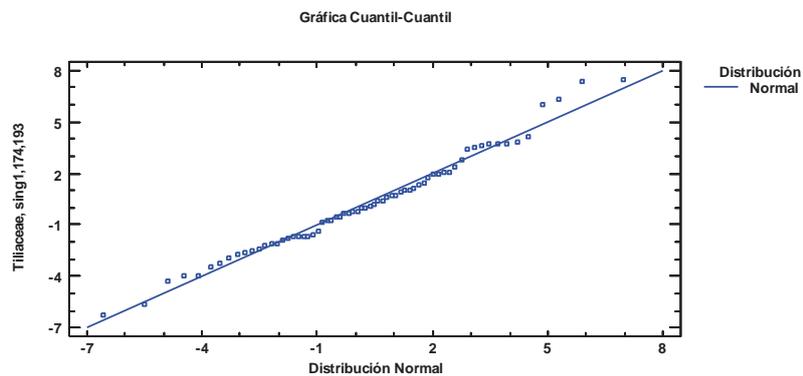
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Tiliaceae, sing1,174,193

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0652944
DMENOS	0,0432449
DN	0,0652944
Valor-P	0,941074

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Tiliaceae, sing1,174,193 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Tiliaceae, sing1,174,193 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



Regresión Simple - H (m) vs. Dn (cm) (Genero="Ulmus")

Variable dependiente: H (m)

Variable independiente: Dn (cm)

Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,980187	0,130619	7,50417	0,0000
Pendiente	0,481009	0,0369493	13,0181	0,0000

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	9,93806	1	9,93806	169,47	0,0000
Residuo	6,68516	114	0,0586418		
Total (Corr.)	16,6232	115			

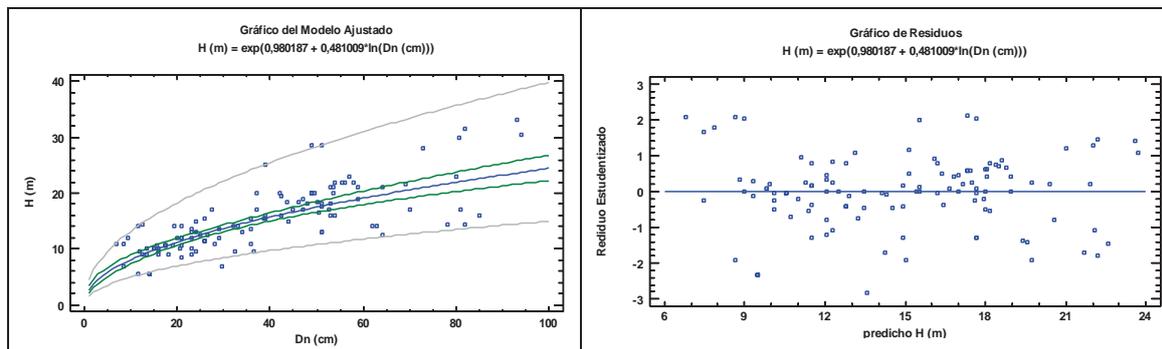
Coefficiente de Correlación = 0,773202

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 59,4314 por ciento

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo multiplicativo para describir la relación entre H (m) y Dn (cm). La ecuación del modelo ajustado es

$$H (m) = \exp(0,980187 + 0,481009 \cdot \ln(Dn (cm))) \quad \text{ó} \quad \ln(H (m)) = 0,980187 + 0,481009 \cdot \ln(Dn (cm))$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre H (m) y Dn (cm) con un nivel de confianza del 95,0%.



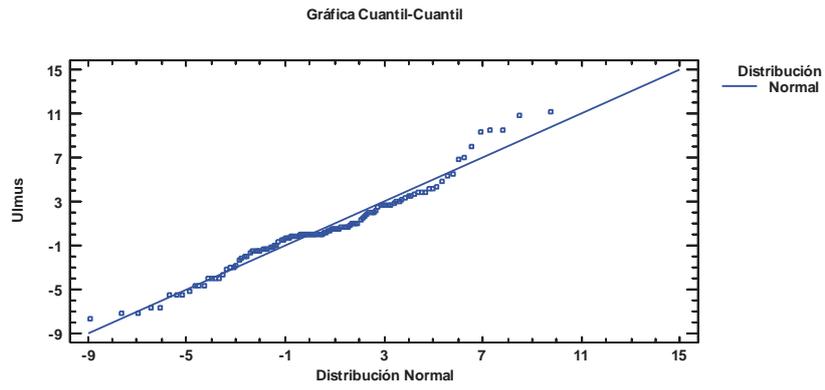
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Ulmus

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Normal
DMAS	0,0950519
DMENOS	0,0743961
DN	0,0950519
Valor-P	0,246101

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Ulmus puede modelarse adecuadamente con una distribución normal.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Ulmus proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



ANEJO 2. INVENTARIO MOBILIARIO URBANO

El Inventario del mobiliario urbano fabricado con madera se detalla a continuación.

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
142	Banco curvo	14	0,058	0,806	0,739
142	Tobogán con caseta	1	1,412	1,412	1,294
142	Estructura postes d=11cm h=3m	9	0,029	0,257	0,235
143	Banco curvo	6	0,058	0,346	0,317
143	Columpio (1)	1	0,211	0,211	0,193
143	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
143	Balancín	1	0,107	0,107	0,098
143	Balancín individual	1	0,009	0,009	0,008
143	Traviesas (2,6m*5cm*15cm)	16	0,020	0,312	0,286
143	Torre (4vigas 2,5m)	1	0,144	0,144	0,132
144	Banco curvo	16	0,058	0,922	0,845
145	Banco curvo	8	0,058	0,461	0,422
145	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
146	Banco curvo	8	0,058	0,461	0,422
146	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
146	Tobogán con caseta	1	1,412	1,412	1,294
147	Banco curvo	41	0,058	2,362	2,165
147	Columpio (2)	3	0,244	0,733	0,672
147	Balancín individual	4	0,009	0,036	0,033
148	Banco curvo	1	0,058	0,058	0,053
148	Papelera	4	0,011	0,044	0,041
149	Banco curvo	38	0,058	2,189	2,006
149	Papelera	24	0,011	0,266	0,244
149	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
149	Balancín individual	3	0,009	0,027	0,025
149	Torre	1	0,475	0,475	0,436
149	Caseta madera 6m*4m*3,5	2	2,800	5,600	5,133
150	Banco curvo	62	0,058	3,571	3,274
150	Balancín individual	1	0,009	0,009	0,008

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
150	Torre	1	0,475	0,475	0,436
150	Tejado (8m*2m*0,03m)	6	0,480	2,880	2,640
151	Banco curvo	14	0,058	0,806	0,739
151	Tobogán con caseta	1	1,412	1,412	1,294
151	Estructura postes d=11cm h=3m	9	0,029	0,257	0,235
152	Banco curvo	106	0,058	6,106	5,597
152	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
152	Balancín individual	1	0,009	0,009	0,008
152	Tobogán con caseta	1	1,412	1,412	1,294
152	Tobogán	1	0,012	0,012	0,011
153	Banco curvo	78	0,058	4,493	4,118
153	Papelera	16	0,011	0,177	0,163
153	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
153	Balancín individual	5	0,009	0,045	0,041
153	Tobogán	2	0,012	0,024	0,022
153	Torre	1	0,475	0,475	0,436
153	Barandilla puente 1,5m*0,15m*0,2m	16	0,045	0,720	0,660
153	Pared puente 1,5m*0,55m*0,05m	12	0,041	0,495	0,454
153	Suelo puente 15m*1,8m*0,08m	1	1,800	1,800	1,650
153	Traviesas 1,3m*0,05m*0,7m	32	0,046	1,456	1,335
153	Trirolina postes 4 metros	4	0,031	0,126	0,115
154	Banco curvo	29	0,058	1,670	1,531
154	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
154	Tobogán	1	0,012	0,012	0,011
155	Banco curvo	10	0,058	0,576	0,528
155	Papelera	3	0,011	0,033	0,030
156	Banco curvo	18	0,058	1,037	0,950
156	Papelera	4	0,011	0,044	0,041
157	Banco curvo	31	0,058	1,786	1,637
157	Papelera	3	0,011	0,033	0,030
157	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
157	Balancín individual	4	0,009	0,036	0,033
157	Torre	1	0,475	0,475	0,436
157	Caseta (5m*4m*2,5m)	1	1,800	1,800	1,650

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
159	Banco curvo	38	0,058	2,189	2,006
159	Papelera	12	0,011	0,133	0,122
159	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
159	Balancín individual	4	0,009	0,036	0,033
159	Torre	1	0,475	0,475	0,436
160	Banco curvo	31	0,058	1,786	1,637
160	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
160	Balancín individual	1	0,009	0,009	0,008
160	Torre 10 postes 4m	1	0,576	0,576	0,528
160	Tableros campo futbol 2m*0,18m*0,025m	120	0,009	1,080	0,990
161	Banco curvo	25	0,058	1,440	1,320
161	Vallas para perros Tipo1	1	0,049	0,049	0,045
161	Mesa picnic	6	0,169	1,013	0,928
162	Banco curvo	28	0,058	1,613	1,478
162	Papelera	7	0,011	0,078	0,071
162	Vallas para perros Tipo1	2	0,049	0,099	0,090
162	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
162	Torre	1	0,475	0,475	0,436
162	Balancín	1	0,107	0,107	0,098
162	Caseta12m*5m*3m	1	4,080	4,080	3,740
163	Banco curvo	85	0,058	4,896	4,488
163	Banco recto s/respaldo	53	0,048	2,519	2,309
163	Columpio (2)	4	0,244	0,977	0,896
163	Balancín individual	5	0,009	0,045	0,041
163	Papelera	19	0,011	0,211	0,193
163	Torre	2	0,475	0,950	0,871
164	Banco curvo	24	0,058	1,382	1,267
164	Papelera	12	0,011	0,133	0,122
164	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
164	Balancín individual	3	0,009	0,027	0,025
164	Torre pequeña	1	0,259	0,259	0,238
165	Banco curvo	45	0,058	2,592	2,376
165	Papelera	12	0,011	0,133	0,122
165	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
165	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
165	Balancín	1	0,107	0,107	0,098
165	Caseta 12m*5m*3m	1	4,080	4,080	3,740
166	Banco curvo	8	0,058	0,461	0,422
167	Banco curvo	32	0,058	1,843	1,690
168	Banco curvo	35	0,058	2,016	1,848
169	Banco curvo	104	0,058	5,990	5,491
169	Torre	1	0,475	0,475	0,436
169	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
169	Balancín individual	5	0,009	0,045	0,041
169	Casa de 1,5m niños	1	0,234	0,234	0,214
169	Vallas campo futbol tablero 2m*0,15m*0,02m	120	0,006	0,720	0,660
169	Separacaminos (semicilindro d=6cm h=15 cm)	8334	0,000	1,767	1,620
170	Banco curvo	185	0,058	10,656	9,768
170	Papelera	40	0,011	0,444	0,407
170	Columpio (2)	4	0,244	0,977	0,896
170	Balancín individual	4	0,009	0,036	0,033
170	Vallas para perros Tipo 2	8	0,032	0,254	0,233
170	Torre	3	0,475	1,426	1,307
170	Tobogán	1	0,012	0,012	0,011
170	Caseta 10m*5m*3m	1	3,600	3,600	3,300
171	Banco curvo	67	0,058	3,859	3,538
171	Torre	1	0,475	0,475	0,436
171	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
171	Balancín individual	5	0,009	0,045	0,041
171	Tobogán con caseta	1	1,412	1,412	1,294
172	Banco curvo	38	0,058	2,189	2,006
172	Traviesas pasarela 4m*0,18m*0,02m	230	0,014	3,312	3,036
172	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
172	Balancín individual	1	0,009	0,009	0,008
172	Vigas puente 1m*0,18m*2m	60	0,360	21,600	19,800
172	Suelo puente 2m*0,18m*0,05m	300	0,018	5,400	4,950

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
173	Banco curvo	36	0,058	2,074	1,901
173	Tobogán	2	0,012	0,024	0,022
173	Torre	2	0,475	0,950	0,871
173	Estructura madera triangular equilatero l=5m espesor=0,06m	1	0,541	0,541	0,496
174	Banco curvo	14	0,058	0,806	0,739
175	Banco curvo	9	0,058	0,518	0,475
175	Papelera	9	0,011	0,100	0,091
175	Mesa picnic	6	0,169	1,013	0,928
175	Puente (suelo) 21m*2m*0,04m	3	1,680	5,040	4,620
175	Puente (barandilla) 1,3m*0,14m*0,065m	96	0,012	1,136	1,041
175	Puente (sujetabarandilla) 1m*0,08m*0,05m	96	0,004	0,384	0,352
176	Banco curvo	112	0,058	6,451	5,914
176	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
176	Balancín individual	6	0,009	0,054	0,050
176	Terrario (cilindros d=16cm h=40cm)	200	0,008	1,608	1,474
176	Torre	2	0,475	0,950	0,871
176	Campo petanca (1,5m*0,18m*0,04m)	78	0,011	0,842	0,772
176	Estructura trapezoidal en lago (b1=2m b2=1m l1=5,5m l2=6m espesor=0,07m)	1	0,315	0,315	0,289
176	Tejado vigas (5m*0,22m*0,08m)	12	0,088	1,056	0,968
176	Traviesas camino (2m*0,08m*0,05m)	47	0,008	0,376	0,345
177	Banco curvo	12	0,058	0,691	0,634
178	Banco curvo	23	0,058	1,325	1,214
178	Papelera	9	0,011	0,100	0,091
178	Caseta 12m*5m*2,5m	1	3,400	3,400	3,117
179	Banco curvo	18	0,058	1,037	0,950
179	Papelera	6	0,011	0,067	0,061
180	Banco curvo	51	0,058	2,938	2,693
180	Balancín	2	0,107	0,214	0,196
180	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
180	Balancín individual	4	0,009	0,036	0,033
180	Torre	3	0,475	1,426	1,307

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
180	Tejado (12m*5m*0,03m)	1	1,800	1,800	1,650
180	Jardineras con Traviesas (26cm*20cm*14cm)	96	0,007	0,699	0,641
181	Banco curvo	7	0,058	0,403	0,370
181	Mesa Picnick	8	0,169	1,350	1,238
182	Banco curvo	7	0,058	0,403	0,370
182	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
182	Balancín individual	3	0,009	0,027	0,025
183	Banco curvo	85	0,058	4,896	4,488
184	Banco curvo	32	0,058	1,843	1,690
184	Torre	1	0,475	0,475	0,436
184	Balancín individual	1	0,009	0,009	0,008
184	Tobogán pequeño	1	0,006	0,006	0,006
185	Banco curvo	15	0,058	0,864	0,792
185	Papelera	8	0,011	0,089	0,081
185	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
185	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
185	Torre	1	0,475	0,475	0,436
186	Banco curvo	22	0,058	1,267	1,162
186	Papelera	11	0,011	0,122	0,112
186	Postes/valla cilindricos d=5cm h=1,2m	35	0,002	0,082	0,076
186	Vigas pergola 5m*0,12m*0,08m	96	0,048	4,608	4,224
186	Vigas pergola 3m*0,10m*0,2m	32	0,060	1,920	1,760
187	Banco curvo	111	0,058	6,394	5,861
187	Banco recto c/respaldo	13	0,058	0,749	0,686
187	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
187	Balancín individual	1	0,009	0,009	0,008
187	Torre	2	0,475	0,950	0,871
187	Vigas suelo (2m*0,15m*0,12m)	284	0,036	10,224	9,372
187	Vallas para perros Tipo 2	6	0,036	0,217	0,199
188	Banco curvo	21	0,058	1,210	1,109
188	Papelera	3	0,011	0,033	0,030
188	Banco recto c/respaldo	49	0,058	2,822	2,587
188	Banco abdominales	4	0,030	0,119	0,109

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
188	Mesa Picnick	9	0,169	1,519	1,392
188	Escaleras madera semicilindro d=12cm l=3m	104	0,017	1,764	1,617
188	Torre	1	0,475	0,475	0,436
189	Banco curvo	19	0,058	1,094	1,003
189	Campo de juegos con asientos de madera vigas 6m*0,25m*0,05m	4	0,075	0,300	0,275
190	Banco curvo	49	0,058	2,822	2,587
190	Banco recto c/respaldo	11	0,058	0,634	0,581
190	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
190	Torre	2	0,475	0,950	0,871
191	Banco curvo	31	0,058	1,786	1,637
191	Papelera	9	0,011	0,100	0,091
191	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
191	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
191	Torre	2	0,475	0,950	0,871
192	Banco curvo	11	0,058	0,634	0,581
192	Papelera	18	0,011	0,200	0,183
192	Banco recto c/respaldo	13	0,058	0,749	0,686
192	Vallas para perros Tipo 3	105	0,061	6,433	5,897
193	Banco curvo	55	0,058	3,168	2,904
193	Banco recto c/respaldo	83	0,058	4,781	4,382
193	Postes dominadas (2m*0,08m*0,08m)	3		0,000	0,000
193	Banco abdominales	1	0,030	0,030	0,027
193	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
193	Caseta 8m*6m*2,5m	1	2,800	2,800	2,567
193	Caseta 12m*4m*2,5m	1	3,200	3,200	2,933
193	Campo juegos Tablero 3m*0,17m*0,04m	20	0,020	0,408	0,374
194	Banco recto c/respaldo	30	0,058	1,728	1,584
194	Papelera	2	0,011	0,022	0,020
194	Silla	6	0,014	0,086	0,079
195	Banco curvo	119	0,058	6,854	6,283
195	Papelera	53	0,011	0,588	0,539
195	Banco recto c/respaldo	70	0,058	4,032	3,696

PARQUE	MOBILIARIO	Nº	m ³ /ud	m ³	t CO ₂
195	Balancín individual	5	0,009	0,045	0,041
195	Torre	1	0,475	0,475	0,436
195	Mesa picnic	26	0,169	4,388	4,022
195	Vallas para perros Tipo 3	88	0,061	5,391	4,942
195	Banco abdominales	1	0,030	0,030	0,027
195	Postes dominadas (2m*0,08m*0,08m)	3		0,000	0,000
195	Pergola	2	0,139	0,279	0,256
196	Banco recto c/respaldo	76	0,058	4,378	4,013
196	Tablones campo juego (2m*0,4m*0,07m)	12	0,056	0,672	0,616
196	Columpio (2)	2	0,244	0,489	0,448
196	Balancín individual	3	0,009	0,027	0,025
196	Poste farola (0,13m*0,13m*0,05m)	3	0,001	0,003	0,002
196	Torre	1	0,475	0,475	0,436
196	Mesa picnic	4	0,169	0,675	0,619
197	Banco curvo	304	0,058	17,510	16,051
197	Papelera	108	0,011	1,198	1,098
197	Panel informativo	1	0,065	0,065	0,059
197	Vigas (2,5m*0,12m*0,09m)	20	0,027	0,540	0,495
197	Balancín individual	15	0,009	0,135	0,124
197	Tobogán	2	0,012	0,024	0,022
197	Torre	2	0,475	0,950	0,871
197	Barco pirata	1	2,805	2,805	2,571
197	Torre	1	0,475	0,475	0,436
198	Banco curvo	35	0,058	2,016	1,848
198	Banco recto c/respaldo	37	0,058	2,131	1,954
198	Columpio (2)	1	0,244	0,244	0,224
198	Balancín individual	2	0,009	0,018	0,017
198	Tobogán	1	0,012	0,012	0,011
198	Caseta (4m*3m*2,5m)	1	1,400	1,400	1,283

ANEJO 3. INVENTARIO DE VEGETACIÓN

El inventario de la vegetación de los parques y jardines de Valladolid se muestra en el CD adjunto.