



Ministerio de Asuntos
Campesinos y Agropecuarios



INFOBOL

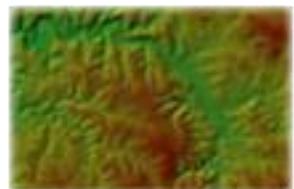


Organización Internacional
de las Maderas Tropicales

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL Y PROGRAMA DE CONTROL DE LOS RECURSOS FORESTALES DE BOLIVIA

PD 17/99 Rev. 3 (F)

TABLAS DE VOLUMEN PARA SEIS ESPECIES DE LA REGIÓN PRODUCTORA DEL "CHORE"



LA PAZ, MARZO DEL 2004

E. Rafael Joffré Rojas	Coordinador General
Richard Ramos Lopez	Coordinador Técnico
Ryszard Chuquimia Riveros	Consultor en Base de Datos
Manuel Morales Udaeta	Consultor en Inventarios Forestales
Gladys Tesoro Michel Pinaya	Consultor en SIG
Karina Barrancos Ríos	Administradora
Gonzalo Miranda Rojas	Técnico en SIG
Yaruska Calderón	Técnico en SIG
Ronald Gonzáles Romero	Técnico en Base de Datos
Luís Mario Sandoval	Técnico en Inventarios Forestales
Nelson Chuquimia Loza	Auxiliar de Administración
Justo H. Ponce Cruz	Asistente de Oficina

Área responsable de edición

INVENTARIOS FORESTALES

Site : www.infobol.gov.bo

Email: info@infobol.gov.bo

Dirección: Avenida Camacho No. 1471 zona central

Teléfono – Fax: 2200803

Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios

I. INTRODUCCIÓN

Bolivia es un país que tiene una gran cobertura boscosa, se estima que cerca al 53% de su territorio es bosque, de los cuales el 28.8% (41.235.487 ha) fueron declaradas como Tierras de Producción Forestal Permanente (MDSP, 2001). En esta área, está concentrada la mayor parte de la actividad forestal, para la cual la Superintendencia Forestal¹ definió las siguientes Regiones Productoras: Amazonia, Chore y Preandino Amazónico (con promedios entre 77 y 115 m³/ha), Chiquitania, Bajo Paragua, y Guarayos (con promedios de 43 a 50 m³/ha).

Este potencial maderero fue determinado en base a un factor de forma definida en la Norma Técnica 249/98 (MDSP, 1998), este factor debe ser analizado y reemplazado en un futuro inmediato, puesto que, de manera general subestima el volumen de estas regiones. Por esto, es importante desarrollar modelos matemáticos para cada una de las especies presentes en estas regiones productoras.

En la realización de inventarios y censos forestales se mide con precisión el diámetro, pero se estiman la altura comercial y la altura total, para luego con esos datos calcular el volumen de cada árbol, este método está avalado actualmente por las normas legales vigentes. Es en la estimación de la altura comercial y total, donde está el problema central, ya que por operatividad, se opta por estimar la altura comercial como la altura total, siendo este el procedimiento más utilizado.

Hasta la fecha se ha avanzado en estudios aislados sobre el tema, como referencia tenemos los estudios realizados por Haraus (2003), Dauber (2001) y Villarroel (1992), entre los más destacados en la obtención de tablas de volumen por especie. Por otro lado, aún no se ha logrado consolidar estos estudios en una propuesta con carácter técnico científico a las autoridades correspondientes, y que integren este estudio para proporcionar una tabla regional.

Por lo anterior, el Proyecto INFOBOL tiene el objetivo de sintetizar la información cuantitativa y cualitativa de los recursos forestales de Bolivia

1 Superintendencia Forestal, 1999. Potencial de los Bosques Naturales de Bolivia para la Producción Forestal Permanente

y para lograr este objetivo además de las otras actividades que desarrolla, decidió contribuir con estudios específicos, a partir de la medición del diámetro y altura de los árboles, que permitan una mejor estimación de volúmenes potenciales y aprovechables del bosque.

En este sentido, el presente documento pretende lograr volúmenes mas reales para las especies forestales de la Región Productora del Choré, a través de la medición y determinación correctamente de las variables dasométricas que reflejan el volumen comercial, para luego ajustarlas a una función volumétrica adecuada.

II. OBJETIVO

Obtener tablas de volumen para seis especies forestales comerciales, de acuerdo a las características propias de la forma del fuste de cada especie, para la Región Productora del Chore

III. DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se ha concentrado en la Región Productora del Chore, ubicada al noreste del departamento de Santa Cruz, comprende las provincias Ichilo, Obispo Santiesteban y Santa Rosa del Sara.

Las delimitaciones propuestas para las Regiones Productoras son aproximaciones en límites que responden a criterios del potencial maderable y de formaciones vegetales que se señalan en el Mapa de Regiones Productoras (Superintendencia Forestal, 1999)

Según el Mapa de Regiones Productoras de Bolivia (Superintendencia Forestal, 1999), la Región Productora del Choré esta considerada como un bosque perennifolio ombrófilo de baja altitud, inundable con suelos aluviales de origen cuaternario y alturas que oscilan mayormente entre 200 a 300 m.s.n.m., la temperatura es generalmente alta, con promedios de 25 a 27 °C, aunque en invierno pueden descender bruscamente hasta bajo cero, la precipitación varía entre 800 a 1800 mm por año.

En cambio, según el Mapa de la Vegetación de Killen et al.(1993), considera a dicha región como un Bosque Húmedo de Llanura, el área total aproximada de la Región Productora del Choré alcanza aproximadamente 1.6 millones de hectáreas, para efectos de determinación de su potencial se utilizaron 171.265 hectáreas. Existe una gran diversidad sobre la riqueza florística y frecuencia de esta zona

tropical, el cual constituye un valor inestimable. En la Región se cuenta con un total de 246 especies, 210 especies escasas y 36 especies frecuentes, de estas últimas 20 especies son consideradas principales, ver cuadro 1 (Superintendencia Forestal, 1999)

Cuadro 1. Abundancia de especies principales en la región Productora del Choré (DAP \geq 20cm)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia (ha)	Abundancia (%)
Almendrillo	<i>Dipteryx odorata</i>	0.68	0.6
Bibosi	<i>Ficus spp</i>	4.10	3.4
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0.53	0.4
Coquino	<i>Pouteria bilocularis</i>	1.12	0.9
Curupau	<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.50	0.4
Guayabochi	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1.80	1.5
Isisri	<i>Claricia racemosa</i>	2.37	2.0
Jorori	<i>Swartzia jorori</i>	3.40	2.9
Mara	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.46	0.4
Mara macho	<i>Tapirira guianensis</i>	0.35	0.3
Ochoó	<i>Hura crepitans</i>	12.58	10.5
Palo maria	<i>Calophyllum brasiliense</i>	1.78	1.5
Plumero	<i>Vochysia lanceolata</i>	0.33	0.3
Sangre de toro	<i>Virola perubiana</i>	1.16	1.0
Serebo	<i>Schizolobium amazonicum</i>	0.27	0.2
Sirari	<i>Ormosia novilis</i>	0.31	0.3
Tajibo	<i>Tabebuia serratifolia</i>	0.50	0.4
Trompillo	<i>Guarea macrophylla</i>	0.67	0.6
Verdolago	<i>Terminalia spp</i>	6.10	5.1
Yesquero	<i>Cariniana spp</i>	1.15	1.0

Por otro lado, esta Región presenta importantes contingentes de colonizadores y está sujeta a una alta presión para conversión del bosque a usos agrícolas y pecuarios. La zona presenta bajo potencial maderable de las especies muy valiosas, mientras que destaca notoriamente un alto volumen aprovechable concentrado en especies alternativas (cuadro 1). También se puede destacar volúmenes individuales cercanos a 3 m³/árbol aprovechable, además de su cercanía y buena accesibilidad en relación a los más importantes mercados del país.

Para la determinación de las áreas específicas de muestreo se tomó en cuenta a las concesiones forestales y propiedades privadas que estén ejecutando su Plan General de Manejo Forestal, condición necesaria para la ejecución del trabajo.

Por lo anterior, el presente estudio se realizó en la concesión forestal “Aserradero San Pedro”, con una superficie de 17400 ha (UTM 393510; 8161590, zona 20) y la propiedad privada de “San Antonio” con una superficie de 112000 ha (UTM 325000; 8140000, zona 20), tipos de derecho que se encuentran aproximadamente a 68 Km distanciadas.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Selección de especies

La elección de las especies para el estudio, se realizó tomando en cuenta los criterios siguientes; importancia comercial, abundancia de la especie y la oportunidad de aprovechamiento.

En base a los criterios señalados, se seleccionaron seis especies las que se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2 Especies elegidas para el estudio

Nº	NOMBRE COMU	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Yesquero	<i>Cariniana ianeirensis</i>	LECYTHIDACEAE
2	Ochoó	<i>Hura crepitans (L.)</i>	EUPHORBIACEAE
3	Murure	<i>Claricia racemosa (Ruiz & Pavón)</i>	MORACEAE
4	Mapajo	<i>Ceiba samauma (C. Martius) Suman</i>	BOMBACACEAE
5	Verdolago	<i>Terminalia amazonica (Gmelin)Exell</i>	COMBRETACEAE
6	Almendrillo	<i>Dipteyx odorata (Aublet) Willd</i>	FAB. PAPILIONOIDEAE

4.2 Recolección de datos

Se evaluó 10 individuos en cada clase diamétrica por especie, clases que tuvieron una amplitud de 10 cm, para los árboles tumbados (aprovechados), para la evaluación del diámetro se utilizó la forcípula, realizándose la medición en forma de cruz (formulario en anexo 1).

En cambio, con el fin de obtener una mayor cantidad de datos, los cuales ayuden a representar mejor la curva de resultados respecto al volumen versus el diámetro, se midió también 10 individuos en cada clase diamétrica por especie, de los individuos con diámetros debajo del DMC (diámetro mínimo de corta), para ello, se utilizaron trepadores y la cinta diamétrica para la medición de los diámetros de cada segmento (2 m).

Los datos fueron recolectados durante las faenas de aprovechamiento que realizaba la empresa en el caso de los árboles tumbados, en cambio, para los árboles en pie, se tuvo que recurrir a los datos del inventario para proceder a la búsqueda de ellos en el bosque, y así medir los diámetros respectivos escalando el árbol. Las variables medidas fueron:

- El diámetro a la altura del pecho “DAP”, medido a 1.30 m a partir del suelo, como referencia de cada árbol
- El diámetro a la altura del tocón (30 cm), este valor dependió de la forma y características del fuste de cada especie.
- El diámetro del fuste cada 2 m, midiéndose el diámetro al inicio y al final de cada segmento cada 2 m. Es importante notar que el largo de los segmentos, varió en función a las características de aprovechamiento de cada especie.
- La altura comercial del fuste, correspondió a la suma de los segmentos medidos.

4.3 Revisión e introducción de datos

Los formularios de campo llenados fueron sometidos a revisión, con el objeto de detectar errores cometidos durante el registro de los datos. Verificada la consistencia de los datos, se procedió a digitalizarlos en hojas electrónicas del Excel.

Una vez introducidos estos, se imprimió y comparó con los datos de los formularios de campo, a fin de detectar errores cometidos durante la transcripción de los mismos.

4.4 Tratamiento de datos recopilados

Los datos correctamente introducidos y ordenados, se sometieron a un análisis gráfico con el fin de observar el comportamiento y distribución de los datos, para determinar con mayor certeza el modelo matemático que puede adaptarse a la precisión a los datos.

El paquete estadístico utilizado fue el Statistical Análisis System, por su versatilidad y frecuencia de utilización en datos procedentes de árboles y además, por ser compatible con la hoja electrónica Excel de Windows.

4.4.1 Cubicación de árboles

El volumen de la troza evaluado, como se muestra en la figura 1, se calculó con la formula de Smalian.

$$V = \frac{\left(\left(\frac{\pi}{4} * D_1 \right) + \left(\frac{\pi}{4} * D_2 \right) \right)}{2} * H$$

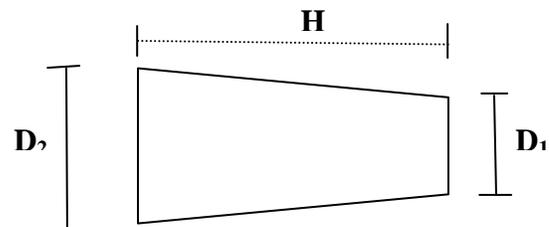


Figura 1 Esquema de la troza evaluada

Donde

V = Volumen calculado (m³)

D₁= Diámetro de la punta de la troza

D₂= Diámetro de la base de la troza

H = Largo de la troza

A partir de los volúmenes de las trozas calculada, el volumen comercial del árbol se obtuvo de la suma de los mismos. Entiéndase como volumen comercial, a la cantidad de madera que se obtiene de los árboles a partir del DMC definido por las normas legales, y es transportado al aserradero para su transformación.

4.4.2 Funciones Volumétricas

Existen varias funciones volumétricas que se aplican para el cálculo de volumen del fuste de un árbol. A continuación, se presentan las funciones que se utilizaron con las diferentes especies (Rentería, 1995; Prodan, et al. 1997; Villarroel, 1994 y Dauber, 2001):

- Lineal $V = a_0 + a_1 * D^2$
- Parabólica $V = a_0 + a_1 * D + a_2 * D^2$
- Polinomial 3^{er} grado $V = a_0 + a_1 * D + a_2 * D^2 + a_3 * D^3$
- Lineal a partir del área basal $V = a_0 + a_1 * G$
- Logarítmica lineal $\log V = a_0 + a_1 * \log D$

Donde:

V = Volumen aprovechable (m³)

a₀ – a_n = Parámetros

D = Diámetro normal (cm) (medido a 1.3 m)

G = Área Basal (m²)

Para todos los modelos se consideró al volumen como variable dependiente y que esta en función del Diámetro a la Altura del Pecho "DAP", (variable independiente), función que se obtuvo en base a regresión entre el volumen y el DAP.

Una vez que se ejecutaron los modelos, en el paquete estadístico SAS y Excel, se procedió a escoger el modelo de mejor ajuste a la dispersión de datos por medio del coeficiente de determinación (R²), el cuadrado medio del error, el gráfico de residuos y el valor de F (F Prob>).

V. RESULTADOS

Luego de los cálculos y análisis realizados a los datos obtenidos en terreno de los árboles aprovechados y árboles en pie, se obtuvieron los siguientes resultados.

5.1 Evaluación de árboles

Los datos medidos para cada una de las especies, se presenta en el cuadro 3, se observa que el número de individuos por clase diamétrica no es uniforme para todas las especies, debido a las características particulares de cada especie y principalmente al DMC, parámetro que define el diámetro mínimo a ser aprovechado por la especie. Por ejemplo el Ochoó es una especie que presenta diámetros elevados (DMC de 70 cm), por ello la captura de datos se realizó hasta la clase diamétrica mayor a 130 cm.

Cuadro 3 Especies y número de árboles evaluados

ÁRBOLES TUMBADOS										
ESPECIE	CLASES DIAMÉTRICAS									TOTAL
	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	> 130	
MAPAJO			10	10	10	10				40
MURURE		10	10	10	10					40
YESQUERO		21	20	20	20					81
OCHOO			10	10	10	10	10	10	10	70
ALMENDRILLO	10	20	20	20	10					80
VERDOLAGO	10	11	12	10	10					53
ÁRBOLES EN PIE										
ESPECIE	CLASES DIAMÉTRICAS									TOTAL
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	> 100	
MAPAJO	10	10	10	10	10					50
MURURE	10	10	10							30
YESQUERO	20	20	20							30
OCHOO	10	10	10	10	10					50
ALMENDRILLO	15	15	15							45
VERDOLAGO	15	10	10							35

A pesar de las dificultades que lleva la evaluación de árboles en pie, se logro evaluar para todas las especies individuos a partir de la clase diamétrica de 20 – 30 cm, completando así la información para las especies, excepto en la clase de 50 – 60 cm para el Mururé y Yesquero. De todas maneras, se obtuvo el número suficiente de individuos para la elaboración de las tablas de volumen, puesto que, según Loetsch et al.

(1973) el número mínimo de individuos recomendados para la elaboración de tablas volumétricas esta entre 50 y 100.

5.2 Funciones de volumen

Aplicadas las diferentes ecuaciones de volumen a cada especie, se han obtenido diversos resultados, los mismos que ha reportado diferentes valores a los que se aplicaron como principal criterio de comparación al coeficiente de determinación, la pruebas de F y el análisis del gráfico de residuos.

Con base en lo anterior, se encontró que el modelo logaritmico lineal, en todas la especies presentaba un valor cercano a uno, así como el modelo lineal. En el cuadro 4, se presenta un resumen de los valores de los criterios de comparación entre modelos, un detalle de todas las especies se reporta en el anexo 2.

Cuadro 4 Comparación de los mejores modelos para las seis especies

	<i>C.ianeirensis</i>		<i>H. crepitans</i>		<i>C.racemosa</i>	
	<i>logaritmita</i>	<i>lineal</i>	<i>logaritmita</i>	<i>lineal</i>	<i>logaritmita</i>	<i>lineal</i>
R2	0.94	0.90	0.95	0.86	0.96	0.93
F Prob >	<.0001	0.7204	<.0001		<.0001	
Error típico				1.5677		0.9368
a0 =	-3.9134	-2.6016	-4.10107	-4.6186	-4.04605	-3.9413
a1 =	2.3922	0.0903	2.52521	13.7916	2.55922	13.6482
	<i>C.samauma</i>		<i>D. odorta</i>		<i>T.amazonica</i>	
	<i>logaritmita</i>	<i>lineal</i>	<i>logaritmita</i>	<i>lineal</i>	<i>logaritmita</i>	<i>lineal</i>
R2	0.96	0.89	0.95	0.89	0.96	0.89
F Prob >	<.0001		<.0001		<.0001	
Error típico		1.084		0.8726	1.85	3.01E-82
a0 =	-3.86347	-3.757	-3.66328	-3.175	-3.41534	-2.748
a1 =	2.40885	12.026	2.3466	11.889	2.17059	10.1882

A partir de estos resultados, se graficó la relación volumen – diámetro para los datos observados y la tendencia obtenida a través de modelo elegido. Para todas las especies, la dispersión de los datos observados presenta una tendencia exponencial, justificándose así la elección del modelo logaritmico lineal para todas las especies como el mejor modelo. En el anexo 3 se presentan las graficas para las seis especies con los dos mejores modelos, el logaritmico lineal y lineal.

El modelo elegido para las seis especies coincide con lo que menciona Dauber (2001), al recalcar que la gran variabilidad que presenta la variable independiente sugiere utilizar el modelo más sencillo, es decir el

“lineal”, de igual manera, los resultados obtenidos por Haraus (2003) indican que comparados los modelos, el modelo logarítmico lineal tiene las mejores cualidades.

5.3 Tablas de volumen

En base a los resultados descritos en el párrafo anterior, la función logarítmica lineal se utilizó para elaborar las tablas de volumen, los valores obtenidos a través del modelo fueron analizados y en base a ello se coincide con la observación que realiza Haraus, al mencionar que la función logarítmica tiende a subestimar los resultados, por lo tanto se debe tomar precaución en el uso de las tablas con diámetros inferiores a 40 cm, se menciona este valor en función a que para la estimación del modelo se contó con información a partir de 20 cm de diámetro. De igual manera, con los valores superiores, que están en función a la especie, por ejemplo, para el Ochoó, este valor crítico está por encima de 150 cm.

Las tablas elaboradas para cada especie se presentan en el anexo 4, se debe tomar en cuenta que estos valores corresponden al volumen con corteza y la entrada a la tabla es a partir del diámetro en centímetros para obtener el volumen en metros cúbicos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El modelo logarítmico lineal demostró ser el que mejor se ajusta para las seis especies, corroborando la dispersión que se observa en las graficas de los valores observados, corroborando además, la relación positiva que tienen el volumen y el diámetro de los árboles.

Por los valores obtenidos y las características particulares de forma que tiene cada especie, no es conveniente unir los datos para obtener una tabla para la región Productora del Chore.

Las tablas elaboradas contribuirán a una mejor cuantificación del volumen con corteza de los árboles en la Región productora del Chore.

Se recomienda validar el ajuste de los modelos con mediciones de algunos árboles adicionales en los tipos de derecho donde se realizó el presente estudio.

De manera general se observa la necesidad de coordinación y unificación de metodologías y criterios para la construcción de tablas de volumen, puesto que, revisada la bibliografía se encuentra una diversidad de métodos y principalmente de utilización de indicadores de mejor ajuste de los modelos.

Por otro lado, y en la dirección que se encamina INFOBOL, seria importante la creación de una base de datos en la que se ubiquen todos los datos con los cuales se realizaron los cálculos, claro está, que se debe considerar la estandarización de las metodologías.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Renteria, J. B. 1995. Sistema de cubicación para *Pinus cooperi*, mediante ecuaciones de aguzamiento en durango. Tesis de maestría en ciencias forestales. Universidad Autonoma Chapingo

Arauz, A. 2003. Tablas volumétricas para: Yesquero blanco, Ochoó y Sauco. Documento Técnico 116/2003. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz. Bolivia

Dauber, E. 2001 Tablas Volumetricas del Fuste Aprovechable de diferentes especies con base en Mediciones de Trozas en Rodeo y Aserradero. Documento técnico 101/91, BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia

Husch,, Ch. I. Miller, y W. T. Beers. 1972. Mensuración forestal. Segunda edición.

Celia Gaillard de Benitez. 2003 Funciones para estimar el volumen comercial de árboles en dependencia del diámetro y la altura total en cuatro especies del bosque Chaqueño. Universidad de Santiago del Estero.

Francisco Fucaraccio y Gabriela Staffieri. 1999 Desarrollo y uso de ecuaciones de volumen y tablas de volumen en la Republica Argentina. Universidad Nacional de La Plata.

Fuente Internet. (WWW.Seh-Ielha_org/observación.htm 2003)

MDSP, 2001 Mapa de Tierras de Producción Forestal Permanente. Decreto Supremo N° 26073. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, La Paz – Bolivia.

Michail Prodan, Roland Peters, Fernando Cox, Pedro Real. 1977. Mensura forestal. Serie investigación y educación en desarrollo sostenible.

Robert G. D. Steel, James, H. Torrie. 1995. Bioestadística principios y procedimientos. Ediciones Mc. Graw Hill. Mexico

Superintendencia Forestal, 1999. Potencial de los Bosques Naturales de Bolivia para la Producción Forestal Permanente. Santa Cruz Bolivia

Walpole y Myers, 1992. Probabilidad Estadística. Cuarta Edición. Ediciones Mc Graw Hill. México.

ANEXO 2 COMPARACIÓN DE MODELOS APLICADOS EN LAS SEIS ESPECIES

Criterio de comparación	ESPECIES					
	<i>C.ianeirensis</i>	<i>H. crepitans</i>	<i>C.racemosa</i>	<i>C.samauma</i>	<i>D. odorta</i>	<i>T.amazonica</i>
$V=a_0 + a_1 * d^2$						
R ²	0.3536	0.3456	0.5243	0.4943	0.1707	0.3186
Suma Cuadrado Error	594.42	943.61	321.6	339	626.73	219.72
Cuadrado medio Error	4.5	7.6	4.59	3.89	5.17	2.55
F Value	72.2	65.48	77.14	85.05	24.9	40.22
F Prob >	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Durby Watson	1.61	1.77	1.91	1.91	1.87	1.94
$V=a_0+a_1*d+a_2*d^2$						
R ²	0.3918	0.5596	0.6137	0.5251	0.2935	0.3256
Suma Cuadrado Error	559.27	635	261.13	318.2	533.92	217.48
Cuadrado medio Error	4.26	5.16	3.78	3.7	4.44	2.55
F Value	42.19	78.14	54.81	47.54	24.93	20.52
F Prob >	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Durby Watson	1.55	1.77	2.11	1.99	1.98	1.89
$V=a_0+a_1*d+a_2*d^2+a_3*d^3$						
R ²	0.3965	0.5596	0.6185	0.5253	0.2949	0.3363
Suma Cuadrado Error	554.92	635	257.89	318.07	532.85	214.02
Cuadrado medio Error	4.26	5.2	3.79	3.74	4.47	2.54
F Value	28.47	51.67	36.75	31.35	16.59	14.19
F Prob >	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Durby Watson	1.56	1.77	2.17	2.00	1.98	1.89
$V=a_0+a_1*G$						
R ²	0.3216	0.2499	0.4624	0.4514	0.1286	0.3025
Suma Cuadrado Error	624	1081.52	363.4	367.58	658.55	224.92
Cuadrado medio Error	4.72	8.72	5.19	4.22	5.44	2.61
F Value	62.57	41.32	60.21	71.58	17.85	37.3
F Prob >	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Durby Watson	1.62	1.43	1.75	1.84	1.81	1.97
$\log V=a_0+a_1*\log d$						
R ²	0.94	0.95	0.96	0.96	0.95	0.96
Suma Cuadrado Error	1.56	1.8	0.56	0.71	0.89	0.48
Cuadrado medio Error	0.01	0.01	0.008	0.008	0.007	0.005
F Value	2350.68	2383.83	2223.15	2262.42	2820.63	2766.98
F Prob >	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Durby Watson	1.53	1.61	2.18	1.90	2.14	1.85

**TABLA DE VOLUMEN COMERCIAL EN M3 PARA EL VERDOLAGO
(Terminalia amazonica) DE UNA ENTRADA - DIÁMETRO -**

$$\text{MODELO LOG (VOL)} = -3.41534 + 2.17059 * \text{LOG(DAP)}$$

DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)
41	1.217	71	4.009	101	8.614	131	15.149
42	1.283	72	4.132	102	8.801	132	15.401
43	1.350	73	4.258	103	8.989	133	15.656
44	1.419	74	4.385	104	9.179	134	15.912
45	1.490	75	4.515	105	9.372	135	16.171
46	1.563	76	4.647	106	9.567	136	16.432
47	1.637	77	4.780	107	9.764	137	16.696
48	1.714	78	4.916	108	9.963	138	16.961
49	1.792	79	5.054	109	10.164	139	17.229
50	1.873	80	5.194	110	10.368	140	17.499
51	1.955	81	5.336	111	10.573	141	17.772
52	2.039	82	5.480	112	10.781	142	18.047
53	2.125	83	5.626	113	10.991	143	18.324
54	2.213	84	5.774	114	11.204	144	18.603
55	2.303	85	5.924	115	11.418	145	18.884
56	2.395	86	6.077	116	11.635	146	19.168
57	2.489	87	6.231	117	11.853	147	19.454
58	2.584	88	6.388	118	12.074	148	19.743
59	2.682	89	6.546	119	12.298	149	20.033
60	2.782	90	6.707	120	12.523	150	20.326
61	2.883	91	6.870	121	12.751	151	20.622
62	2.987	92	7.035	122	12.981	152	20.919
63	3.092	93	7.202	123	13.213	153	21.219
64	3.200	94	7.371	124	13.447	154	21.521
65	3.309	95	7.542	125	13.683	155	21.826
66	3.421	96	7.715	126	13.922	156	22.133
67	3.534	97	7.891	127	14.163	157	22.442
68	3.650	98	8.069	128	14.406	158	22.753
69	3.767	99	8.248	129	14.652	159	23.067
70	3.887	100	8.430	130	14.899	160	23.383

**TABLA DE VOLUMEN COMERCIAL EN M3 PARA EL
ALMENDRILLO (*Dipteryx odorata*) DE UNA ENTRADA -
DIÁMETRO -**

MODELO LOG (VOL) = -3.66328+ 2.3466*LOG(DAP)

DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)
41	1.322	71	4.796	101	10.966	131	20.189
42	1.399	72	4.956	102	11.223	132	20.552
43	1.478	73	5.119	103	11.483	133	20.919
44	1.560	74	5.285	104	11.746	134	21.290
45	1.645	75	5.454	105	12.013	135	21.665
46	1.732	76	5.626	106	12.283	136	22.044
47	1.822	77	5.802	107	12.557	137	22.426
48	1.914	78	5.980	108	12.834	138	22.812
49	2.009	79	6.162	109	13.114	139	23.202
50	2.106	80	6.346	110	13.398	140	23.595
51	2.207	81	6.534	111	13.686	141	23.993
52	2.309	82	6.725	112	13.977	142	24.394
53	2.415	83	6.919	113	14.272	143	24.799
54	2.523	84	7.116	114	14.570	144	25.208
55	2.634	85	7.316	115	14.871	145	25.620
56	2.748	86	7.520	116	15.177	146	26.037
57	2.865	87	7.727	117	15.485	147	26.457
58	2.984	88	7.937	118	15.798	148	26.882
59	3.106	89	8.150	119	16.114	149	27.310
60	3.231	90	8.367	120	16.433	150	27.742
61	3.359	91	8.586	121	16.757	151	28.178
62	3.489	92	8.809	122	17.083	152	28.618
63	3.623	93	9.036	123	17.414	153	29.061
64	3.759	94	9.265	124	17.748	154	29.509
65	3.899	95	9.498	125	18.085	155	29.961
66	4.041	96	9.735	126	18.427	156	30.416
67	4.186	97	9.974	127	18.772	157	30.876
68	4.334	98	10.217	128	19.120	158	31.339
69	4.485	99	10.464	129	19.473	159	31.807
70	4.639	100	10.713	130	19.829	160	32.278

**TABLA DE VOLUMEN COMERCIAL EN M3 PARA EL MAPAJO
(Ceiba samauma) DE UNA ENTRADA - DIÁMETRO -**

MODELO LOG (VOL) = -3.86347+ 2.40885*LOG(DAP)

DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)
41	1.051	71	3.944	101	9.218	131	17.247
42	1.114	72	4.079	102	9.439	132	17.566
43	1.178	73	4.217	103	9.664	133	17.888
44	1.246	74	4.357	104	9.891	134	18.214
45	1.315	75	4.501	105	10.122	135	18.543
46	1.386	76	4.647	106	10.356	136	18.876
47	1.460	77	4.795	107	10.593	137	19.212
48	1.536	78	4.947	108	10.833	138	19.551
49	1.614	79	5.101	109	11.076	139	19.894
50	1.695	80	5.258	110	11.322	140	20.241
51	1.778	81	5.417	111	11.572	141	20.591
52	1.863	82	5.580	112	11.825	142	20.944
53	1.950	83	5.745	113	12.081	143	21.302
54	2.040	84	5.913	114	12.340	144	21.662
55	2.132	85	6.084	115	12.602	145	22.026
56	2.227	86	6.258	116	12.868	146	22.394
57	2.324	87	6.435	117	13.136	147	22.765
58	2.423	88	6.615	118	13.409	148	23.140
59	2.525	89	6.797	119	13.684	149	23.519
60	2.629	90	6.982	120	13.963	150	23.901
61	2.736	91	7.171	121	14.245	151	24.286
62	2.845	92	7.362	122	14.530	152	24.675
63	2.957	93	7.556	123	14.818	153	25.068
64	3.071	94	7.754	124	15.110	154	25.465
65	3.188	95	7.954	125	15.405	155	25.865
66	3.308	96	8.157	126	15.704	156	26.269
67	3.430	97	8.363	127	16.006	157	26.676
68	3.554	98	8.572	128	16.311	158	27.087
69	3.682	99	8.784	129	16.620	159	27.502
70	3.811	100	9.000	130	16.932	160	27.921

**TABLA DE VOLUMEN COMERCIAL EN M3 PARA EL MURURE
(Claricia racemosa) DE UNA ENTRADA - DIÁMETRO -**

MODELO LOG (VOL) = -4.04605+ 2.55922*LOG(DAP)

DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)
41	1.206	71	4.917	101	12.119	131	23.578
42	1.283	72	5.097	102	12.428	132	24.042
43	1.363	73	5.280	103	12.742	133	24.511
44	1.445	74	5.467	104	13.061	134	24.985
45	1.531	75	5.658	105	13.385	135	25.465
46	1.619	76	5.853	106	13.714	136	25.950
47	1.711	77	6.052	107	14.047	137	26.442
48	1.806	78	6.255	108	14.386	138	26.938
49	1.903	79	6.462	109	14.729	139	27.441
50	2.004	80	6.674	110	15.077	140	27.949
51	2.109	81	6.889	111	15.431	141	28.463
52	2.216	82	7.109	112	15.789	142	28.982
53	2.327	83	7.333	113	16.152	143	29.507
54	2.441	84	7.561	114	16.520	144	30.038
55	2.558	85	7.794	115	16.894	145	30.575
56	2.679	86	8.031	116	17.272	146	31.118
57	2.803	87	8.272	117	17.656	147	31.666
58	2.931	88	8.517	118	18.045	148	32.220
59	3.062	89	8.767	119	18.439	149	32.780
60	3.196	90	9.022	120	18.838	150	33.346
61	3.334	91	9.280	121	19.242	151	33.918
62	3.476	92	9.544	122	19.652	152	34.496
63	3.621	93	9.811	123	20.067	153	35.080
64	3.770	94	10.084	124	20.487	154	35.669
65	3.923	95	10.360	125	20.912	155	36.265
66	4.079	96	10.642	126	21.343	156	36.867
67	4.239	97	10.928	127	21.779	157	37.475
68	4.403	98	11.219	128	22.221	158	38.089
69	4.571	99	11.514	129	22.668	159	38.709
70	4.742	100	11.814	130	23.120	160	39.335

**TABLA DE VOLUMEN COMERCIAL EN M3 PARA EL OCHOO
(hura crepitans) DE UNA ENTRADA - DIÁMETRO -**

MODELO LOG (VOL) = -4.10107+ 2.52521*LOG(DAP)

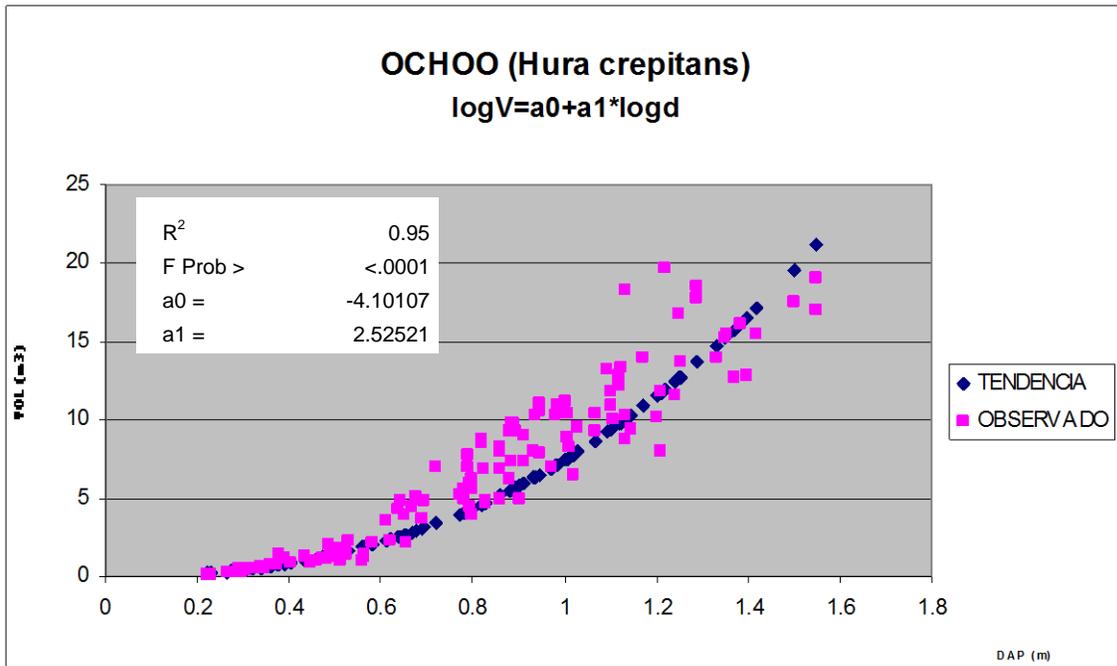
DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)
41	0.937	71	3.748	101	9.126	131	17.599
42	0.995	72	3.882	102	9.356	132	17.940
43	1.056	73	4.020	103	9.589	133	18.285
44	1.119	74	4.160	104	9.826	134	18.634
45	1.185	75	4.304	105	10.066	135	18.988
46	1.252	76	4.450	106	10.310	136	19.345
47	1.322	77	4.600	107	10.557	137	19.706
48	1.394	78	4.752	108	10.808	138	20.071
49	1.469	79	4.907	109	11.063	139	20.441
50	1.546	80	5.066	110	11.321	140	20.814
51	1.625	81	5.227	111	11.582	141	21.191
52	1.707	82	5.392	112	11.848	142	21.573
53	1.791	83	5.559	113	12.117	143	21.959
54	1.878	84	5.730	114	12.389	144	22.349
55	1.967	85	5.904	115	12.666	145	22.742
56	2.058	86	6.081	116	12.946	146	23.141
57	2.152	87	6.261	117	13.229	147	23.543
58	2.249	88	6.444	118	13.517	148	23.950
59	2.348	89	6.631	119	13.808	149	24.360
60	2.450	90	6.820	120	14.103	150	24.775
61	2.554	91	7.013	121	14.401	151	25.194
62	2.661	92	7.210	122	14.704	152	25.618
63	2.771	93	7.409	123	15.010	153	26.046
64	2.883	94	7.612	124	15.320	154	26.478
65	2.999	95	7.818	125	15.634	155	26.914
66	3.116	96	8.028	126	15.952	156	27.355
67	3.237	97	8.240	127	16.273	157	27.800
68	3.360	98	8.457	128	16.599	158	28.249
69	3.487	99	8.676	129	16.928	159	28.703
70	3.616	100	8.899	130	17.262	160	29.161

**TABLA DE VOLUMEN COMERCIAL EN M3 PARA EL YESQUERO
(Cariniana ianeirensis) DE UNA ENTRADA - DIÁMETRO -**

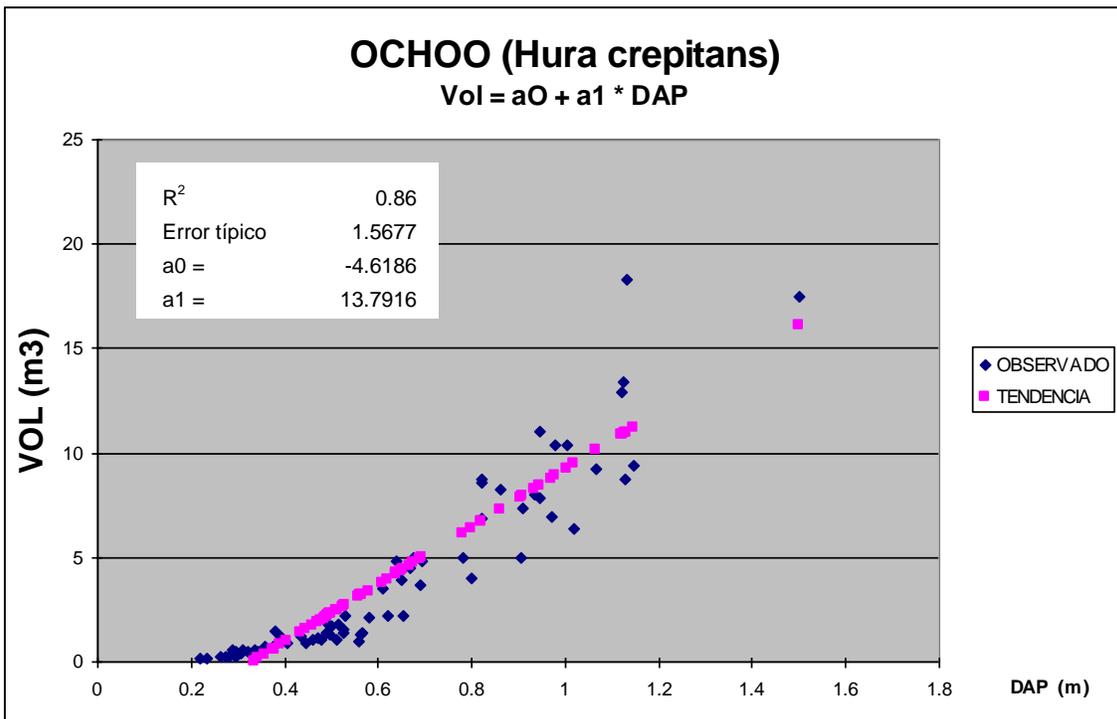
$$\text{MODELO LOG (VOL)} = -3.91339 + 2.39217 * \text{LOG(DAP)}$$

DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)	DAP (cm)	VOL (m)
41	0.880	71	3.274	101	7.608	131	14.174
42	0.933	72	3.386	102	7.790	132	14.434
43	0.987	73	3.499	103	7.974	133	14.697
44	1.042	74	3.615	104	8.160	134	14.963
45	1.100	75	3.733	105	8.349	135	15.231
46	1.159	76	3.853	106	8.541	136	15.502
47	1.221	77	3.976	107	8.735	137	15.776
48	1.284	78	4.100	108	8.931	138	16.053
49	1.348	79	4.227	109	9.130	139	16.333
50	1.415	80	4.356	110	9.332	140	16.615
51	1.484	81	4.488	111	9.536	141	16.901
52	1.554	82	4.621	112	9.743	142	17.189
53	1.627	83	4.757	113	9.952	143	17.480
54	1.701	84	4.896	114	10.164	144	17.774
55	1.778	85	5.036	115	10.379	145	18.070
56	1.856	86	5.179	116	10.596	146	18.370
57	1.936	87	5.324	117	10.816	147	18.672
58	2.019	88	5.472	118	11.038	148	18.978
59	2.103	89	5.622	119	11.263	149	19.286
60	2.189	90	5.774	120	11.491	150	19.597
61	2.277	91	5.929	121	11.722	151	19.911
62	2.368	92	6.086	122	11.955	152	20.228
63	2.460	93	6.245	123	12.190	153	20.548
64	2.554	94	6.407	124	12.429	154	20.870
65	2.651	95	6.571	125	12.670	155	21.196
66	2.750	96	6.738	126	12.914	156	21.525
67	2.850	97	6.907	127	13.160	157	21.856
68	2.953	98	7.079	128	13.410	158	22.191
69	3.058	99	7.253	129	13.662	159	22.528
70	3.165	100	7.429	130	13.916	160	22.869

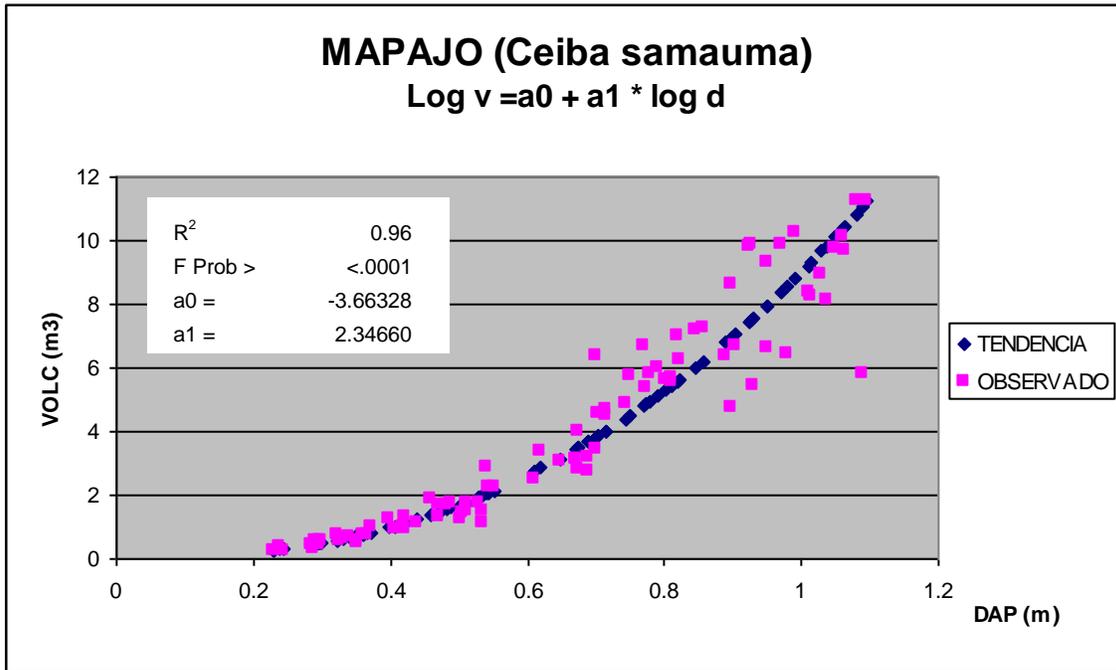
MODELO LOGARÍTMICO volumen – diámetro (cm)



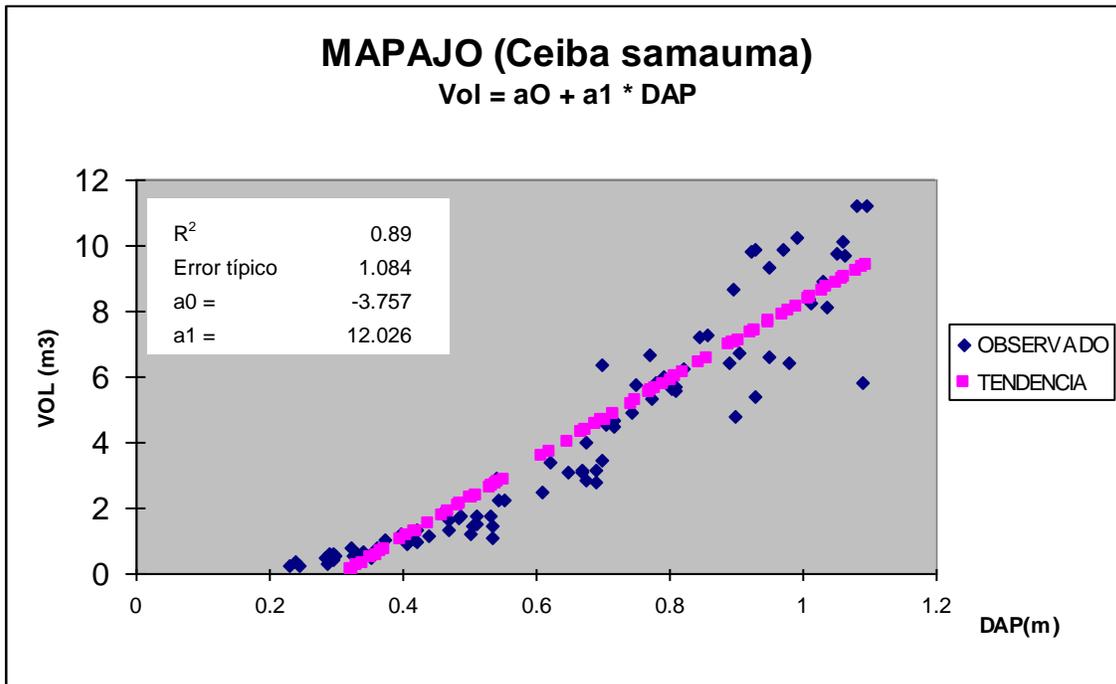
MODELO LINEAL volumen – diámetro (m)



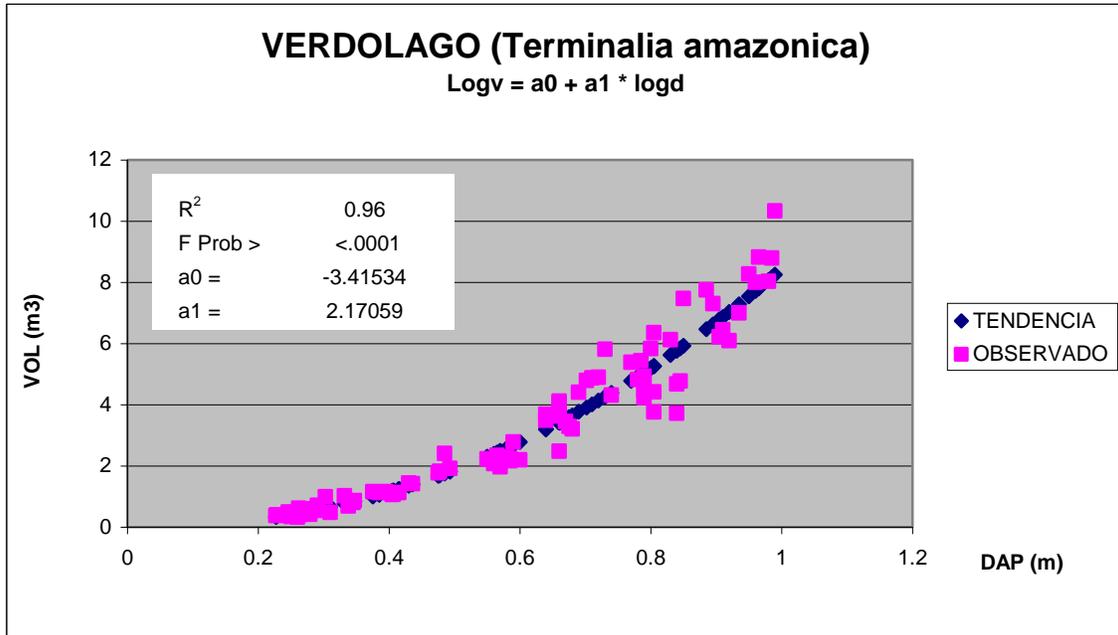
MODELO LOGARÍTMICO volumen – diámetro (cm)



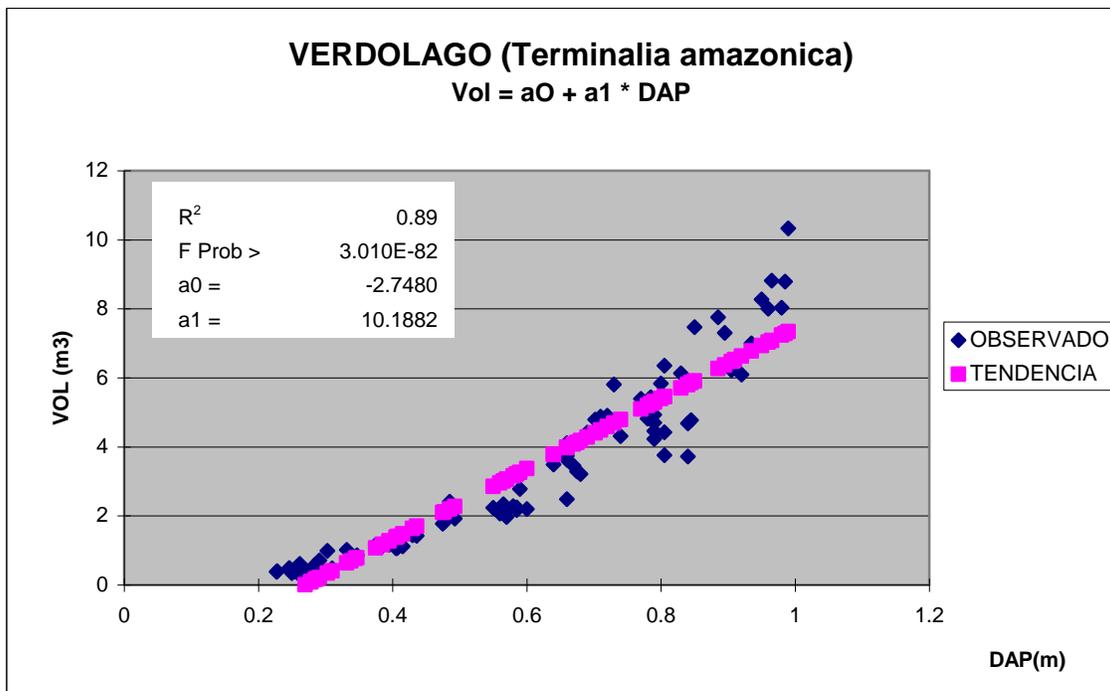
MODELO LINEAL volumen – diámetro (m)



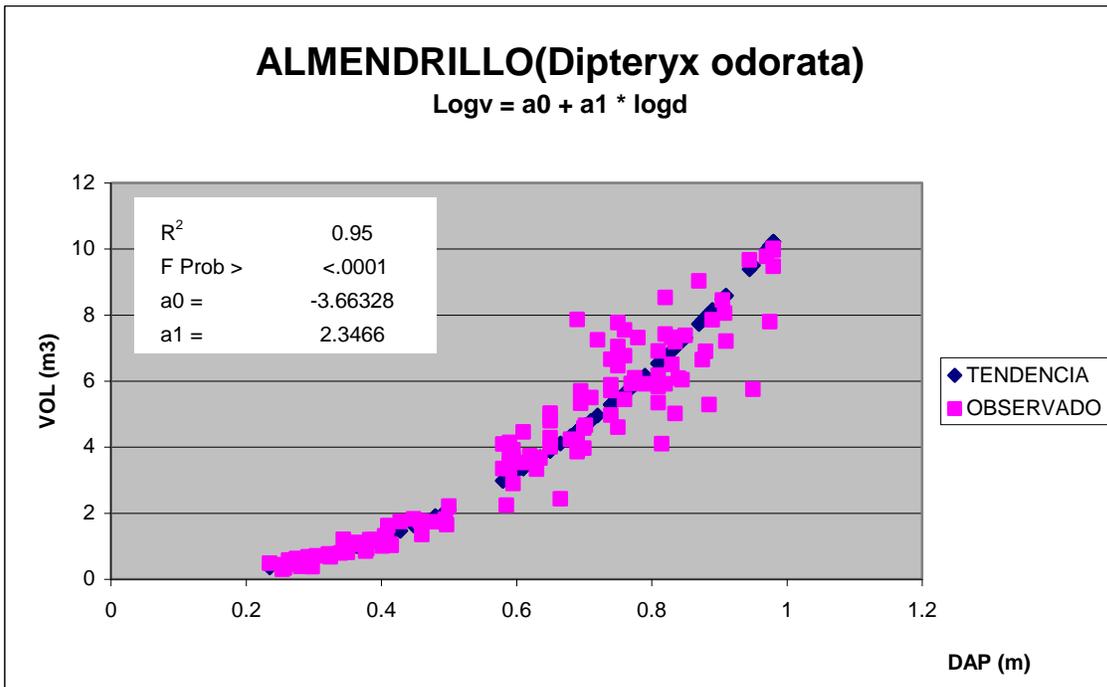
MODELO LOGARÍTMICO volumen – diámetro (cm)



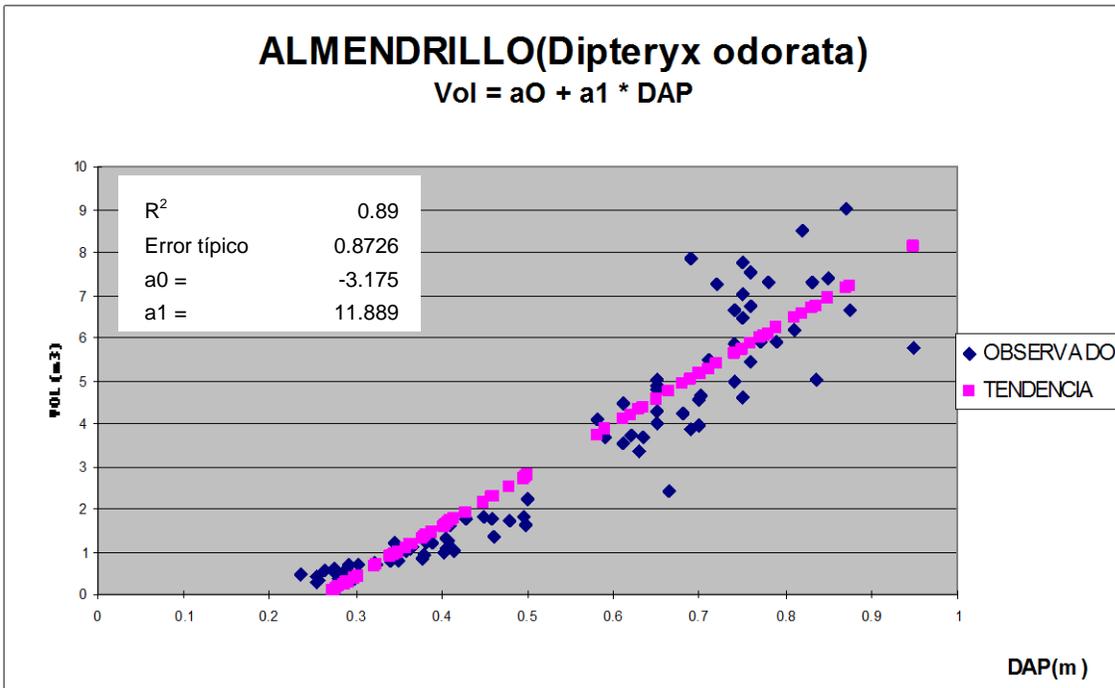
MODELO LINEAL volumen – diámetro (m)



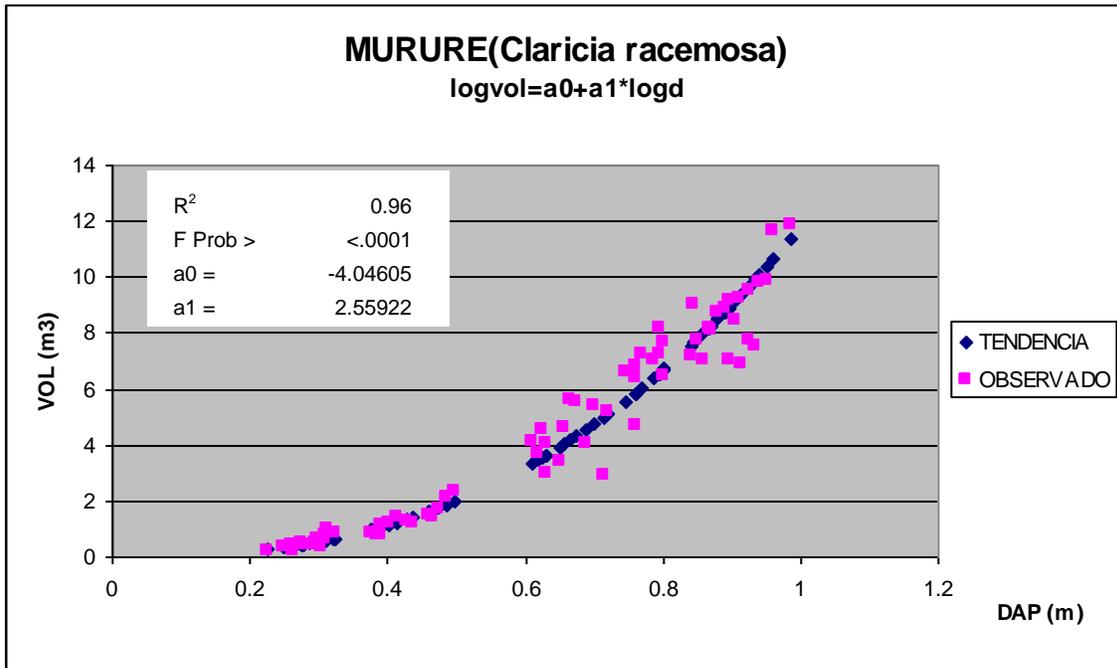
MODELO LOGARÍTMICO volumen – diámetro (cm)



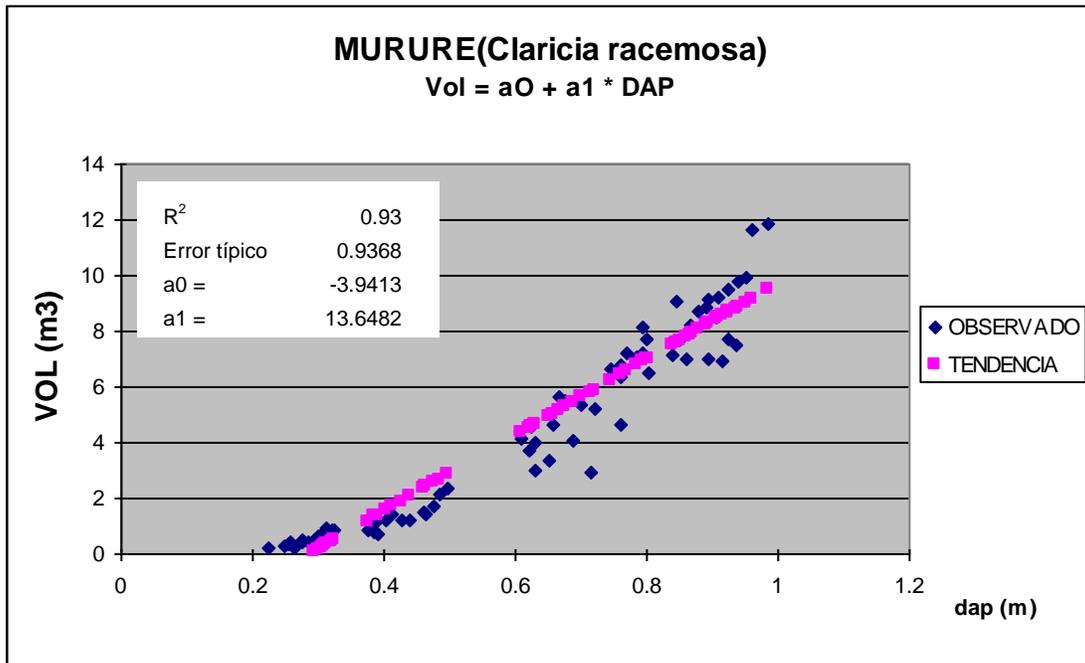
MODELO LINEAL volumen – diámetro (m)



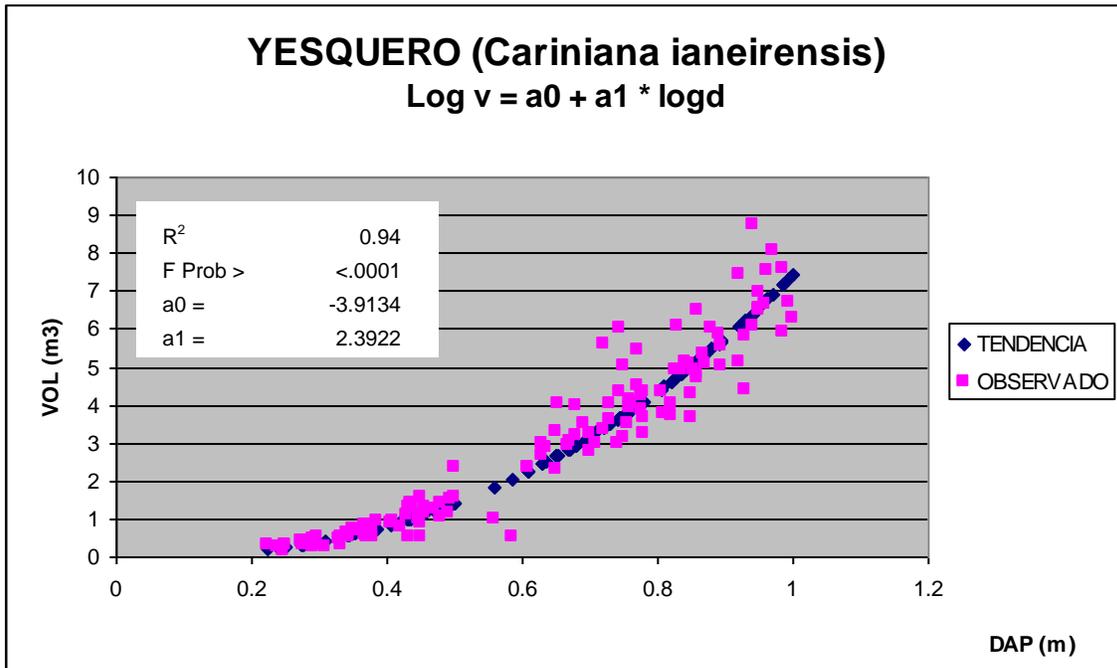
MODELO LOGARÍTMICO volumen – diámetro (cm)



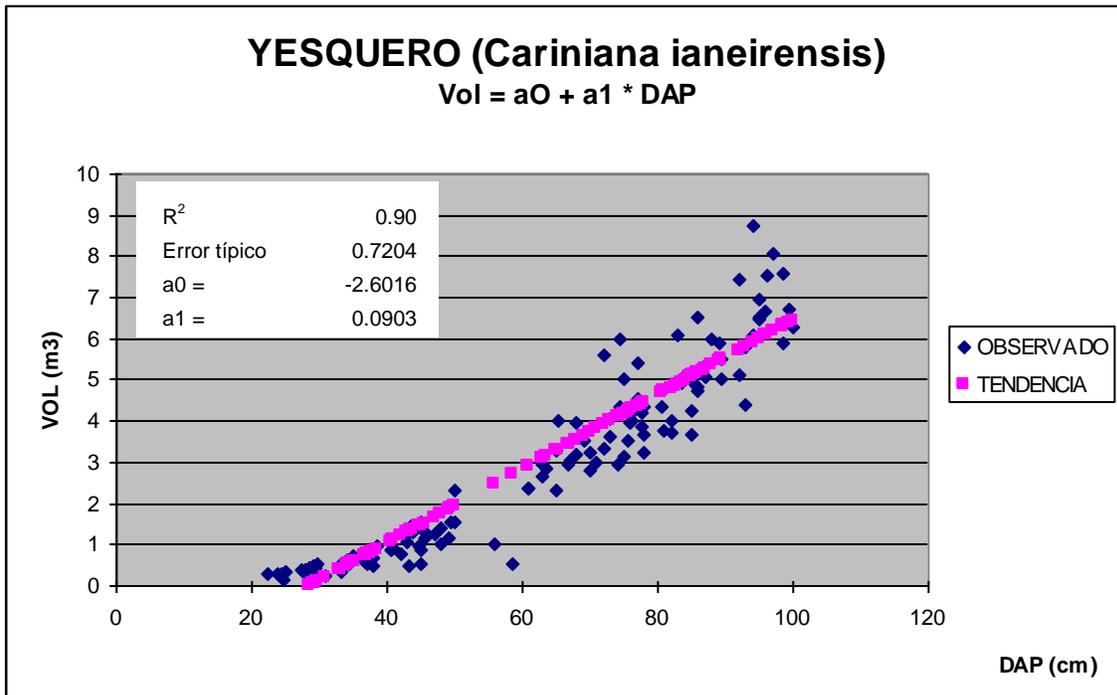
MODELO LINEAL volumen – diámetro (m)



MODELO LOGARÍTMICO volumen – diámetro (cm)



MODELO LINEAL volumen – diámetro (cm)



CONTENIDO

		Página
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVO	2
III.	DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO	2
IV.	METODOLOGÍA	4
4.1	Selección de especies	4
4.2	Recolección de datos	4
4.3	Revisión e introducción de datos	5
4.4	Tratamiento de datos recopilados	5
4.4.1	Cubicación de árboles	5
4.4.2	Funciones volumétricas	6
V.	Resultados	7
5.1	Evaluación de datos	7
5.2	Funciones de volumen	8
5.3	Tablas de volumen	9
VI.	CONCLUSIONES RECOMENDACIONES	9
VII.	BIBLIOGRAFÍA	10
ANEXO 1	FORMULARIOS DE CAMPO	
ANEXO 2	COMPARACIÓN DE MODELOS APLICADOS EN LAS SEIS ESPECIES	
ANEXO 3	GRÁFICAS DE LOS MODELOS ELEGIDOS	
ANEXO 4	TABLAS DE VOLUMEN REGIÓN PRODUCTORA DEL CHORE	

