

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**ELABORACION DE TABLAS DE VOLUMEN PARA ALISO
(*Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* Furlow) DENTRO
DE LA ZONA DE VIDA BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO SUB-TROPICAL,
EN EL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA.**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

WILLY ALFREDO QUINTANA ROCA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO

DE LICENCIADO

Guatemala, mayo de 1999

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA
VOCAL CUARTO	Br.	OSCAR JAVIER GUEVARA PINEDA
VOCAL QUINTO	Br.	JOSE DOMINGO MENDOZA CIPRIANO
SECRETARIO	Ing. Agr.	GUILLERMO EDILBERTO MENDEZ BETETA

Guatemala mayo de 1,999

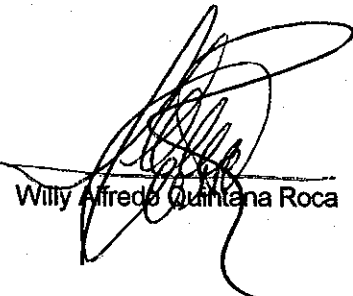
Señores
JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

ELABORACION DE TABLAS DE VOLUMEN PARA ALISO (Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow) DENTRO DE LA ZONA DE VIDA BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO SUB-TROPICAL, EN EL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA.

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,


Willy Alfredo Quintana Roca

ACTO QUE DEDICO

A:

- Dios: Mi creador, amigo y redentor. "Señor, eres lo más grande que me ha pasado en esta vida. Gracias, por tu dirección y compañía hasta este momento".
- Mis padres: María Bertila Roca Figueroa
Guillermo Quintana Roman
Por su enorme sacrificio, paciencia y amor.
- Mis hermanas: Verónica, Marisol y Carla
Que Dios las bendiga por su apoyo incondicional y los estímulos brindados.
- Mis abuelitos: Pedro Pablo y Margarita, Bertila y Alfonso (Q.E.P.D.)
Por su gran ejemplo de amor y sacrificio que por siempre estará en mi recuerdo.
- Mis tíos: Todos ellos por brindarme su cariño y aprecio.
- Mis primos: Por los buenos momentos que hemos compartido
- Mis cuñados: Especialmente a Frank, Adrián y Pepe
Por brindarme su amistad y cariño.
- Mis cuñadas: Vilma, Luisa, y Brenda
Por su ayuda, motivación y paciencia.
- Mis sobrinos: Jesse, Andrea, Pamela, Alejandra, Jailenne, Otto José, Cristian y José Eduardo, por brindarme felicidad con sus travesuras.
- Mi novia: Luz María, por su gran amor, y apoyo incondicional.
- Mis suegros: Humberto Urquízu y Vilma Marroquín de Urquízu, por haberme aceptado como parte de su familia así como también por brindarme tanto, gracias.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala, tierra hermosa y querida, bendita por Dios.

Facultad de Agronomía, centro de estudios donde recibí la formación como profesional.

Universidad de San Carlos de Guatemala, grande entre las grandes, a la cual me honro en pertenecer.

Toda mi familia, por ser fuente de amor y felicidad.

Mis amigos, especialmente a Fabricio Contreras, Farley Castro, Raúl López, Eddi Recinos, Rigoberto Pensamiento, J.C. Rosito, Miguel Tuna, Estuardo Vaides, Jorge Girón, Gerardo Cáceres, Ronald Galvez, Saúl Guerra, Carlos Godinez, Oscar Medinilla, Jorge Vargas, Byron Cuellar, David Mendieta, Eddi Turcios, Alfredo Suarez, Karina Dubón, Sara Abigail, Geovanny, Hugo, Obispo, Greibin, Mynor, Ronald, Fredy, Víctor, Asdrubal y todos los demás que ahora escapan a mi memoria.

Mis compañeros de trabajo y amigos, especialmente a Walter G. Tello, Waldemar Nufio, Marco T. Aceituno, Luis Reyes, William Escobar, Eugenio Orozco, Antonio Cabrera, Erick Jacobs, Julio Taracena por ser un equipo digno de confianza y admiración.

A mis asesores, Mario Alberto Méndez, Luis Fernando Pereira, Luis Ortiz (Q.E.P.D.), Eddi Alejandro Vanegas, excelentes personas y profesionales que serán siempre un ejemplo digno de imitar.

A los ingenieros, Boris Méndez, Hugo Tobías, Víctor Hugo Méndez, Waldemar Nufio, Efraín Medina, Hugo Cardona, Carlos Fernández, Rolando Lara, Marino Barrientos, Edwin Cano, Fredy Ola, Adalberto Rodríguez, Cesar Castañeda, Juan José Castillo Montt y la Licda. Olga Leticia Mena, por la excelencia profesional y académica desarrollada en sus actividades y cursos, su dedicación, profesionalismo, que los distinguen entre los mejores profesionales de la Facultad de Agronomía.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a:

Mis asesores de tesis, Ing. Agr. Mario Alberto Méndez, Ing. Agr. Luis Fernando Pereira, Ing. Agr. Luis Ortíz (Q.E.P.D.) e Ing. Agr. Eddi Vanegas por su asesoría en la realización en este trabajo de tesis.

Programa Forestal Regional para Centroamérica (PROCAFOR) por su apoyo y cooperación técnica en el planteamiento y desarrollo de esta investigación.

Ing. Agr. Daniel López y al Perito Agrónomo Luis Saucedo por su colaboración en el trabajo de campo y asesoría técnica.

Mélvín Navarro, por ser un gran compañero tesista y finalmente a Susana Mérida por su entusiasmo y colaboración.

CONTENIDO GENERAL

Título	Página
Indice de Cuadros _____	iv
Indice de Figuras _____	vi
Resumen _____	vii
1. Introducción _____	1
2. Planteamiento del problema _____	2
3. Marco Teórico _____	3
3.1. Marco Conceptual _____	3
3.1.1. Determinación del volumen de arboles individuales _____	3
3.1.2. La Tabla de volumen _____	6
3.1.2.1. Definición de la tabla de volumen _____	6
3.1.2.2. Clasificación de las tablas de volumen _____	7
3.1.2.3. Selección de las entradas de una tabla de volumen _____	7
3.1.2.4. Selección de la muestra para construir un tabla de volumen _____	8
3.1.2.5. Análisis estadístico para la construcción de una tabla de volumen _____	10
A. La elección del modelo de regresión _____	10
B. Análisis de la calidad de ajuste de la regresión _____	13
a) Suma de cuadrados residuales _____	13
b) Prueba de Durbin-Watson _____	14
C. Análisis de varianza de la regresión _____	14
3.1.2.6. Validación de las tablas de volumen _____	14
A. Prueba de sesgo _____	16
B. Error o desviación estándar de la estimación _____	16
C. Desviación media _____	17
3.1.3. El genero <u>Alnus</u> _____	17
3.1.3.1. Información general y descripción botánica del genero <u>Alnus</u> _____	17

3.1.3.2. Características de las especies de <i>Alnus</i> reportadas para Guatemala	18
3.1.3.3. Usos de las especies del genero <i>Alnus</i>	22
3.2. Marco Referencial	23
3.2.1. Trabajos realizados con anterioridad en Guatemala sobre tablas de volumen	23
3.2.2. Características relevantes de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo	
Sub-tropical	24
3.2.2.1. Altitud	24
3.2.2.2. Topografía	24
3.2.2.3. Condiciones climáticas	26
3.2.3.4. Vegetación	26
4. Objetivos	28
5. Metodología	29
5.1. Elección del área para la toma de datos para la elaboración de las tablas de volumen	29
5.1.1. Criterios para la elección del área	29
5.1.2. Localización de los sitios de toma de datos	29
5.2. Determinación de las relaciones alométricas entre las variables	32
5.2.1. Generación de una base de datos de volumen en función del diámetro y la altura	32
5.2.1.1. Determinación de las especies	32
5.2.1.2. Muestreo	32
5.2.1.3. Cubicación	33
A. Selección del método de cubicación	33
B. Proceso de cubicación	34
5.2.2. Procesamiento de la información de la base de datos	34
5.3. Despliegue de las tablas de volumen	38
5.4. Validación de las tablas de volumen	38
5.4.1. Prueba de sesgo	39
5.4.2. Error o desviación estándar de la estimación	39

5.4.3 Desviación media	40
6. Resultados	41
6.1. Relaciones alométricas entre diámetro, altura y volumen de <i>Alnus jorullensis</i> ssp. <i>jorullensis</i> Furlow	41
6.2. Selección de modelos matemáticos que representan en mejor forma las relaciones entre las variables diámetro, altura y volumen	42
6.3. Despliegue de las tablas de volumen	46
6.4. Validación de las tablas de volumen	46
7. Conclusiones	51
8. Recomendaciones	52
9. Bibliografía	53
10. Apéndices	56



INDICE DE CUADROS

Título	Página
1. Análisis de varianza para un modelo de regresión múltiple	14
2. Características de las especies de <u>Alnus</u> en Guatemala	21
3. Usos más comunes del género <u>Alnus</u> en Latinoamérica	22
4. Sitios de muestreo departamento de Chimaltenango. 1998	30
4. Características y resultados promedio de los árboles muestra de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, Chimaltenango. 1998	41
6. Resumen del análisis de varianza de los modelos matemáticos que presentaron mejores indicadores estadísticos	43
7. Resumen de los resultados de las pruebas de bondad de ajuste de los modelos seleccionados	44
8. Modelos matemáticos que representan en mejor forma las relaciones entre el diámetro, la altura y el volumen en <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en 1998.	45
9. Árboles usados en la validación de las tablas de volumen para árboles individuales de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical	46
10. Tabla de volumen total con corteza en metros cúbicos para árboles individuales de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical en el departamento de Chimaltenango.	47
11. Tabla de volumen aserrable (sin corteza) en metros cúbicos para árboles individuales de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, hasta un índice de utilización de 20 cm en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango	48
12. Resumen de las pruebas de validación de las tablas de volumen	49
13.A Boleta de campo	57

14.A	Cálculo de las validaciones	58
15.A	Datos primarios de árboles representativos de las clases diamétricas utilizados en la elaboración de las tablas de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango	61
16.A	Ecuaciones evaluadas en la elaboración de las tablas de volumen de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango	73

INDICE DE FIGURAS

Título	Página
1. <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical_____	19
2. Zonas de vida existentes en el departamento de Chimaltenango_____	25
3. Perfil topológico representativo de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical_____	27
4. Ubicación de los sitios de muestreo dentro de las zona de vida_____	31
5.A. Distribución del volúmenes totales de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, en función del diámetro en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical en el departamento de Chimaltenango.1998_____	59
6.A. Distribución del volúmenes totales de <u>Alnus jorullensis</u> ssp. <u>jorullensis</u> Furlow, en función de la altura en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical en el departamento de Chimaltenango.1998_____	60



Elaboración de tablas de volumen para aliso
(Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow) dentro
de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical,
en el departamento de Chimaltenango, Guatemala.

Elaboration of volume tables for alder (Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow) in the
subtropical very moist low mountain forest zone of life, in Chimaltenango, Guatemala.

RESUMEN

La explotación desenfrenada y destructiva del recurso bosque ha sido causa de preocupación a nivel mundial. Se han desarrollado técnicas y metodologías para el uso adecuado del bosque. Una de ellas consiste en utilizar especies arbóreas llamadas de usos múltiples. Este es el caso del aliso o ilamo (Alnus spp.). Es un árbol de gran versatilidad. Puede ser usado en forma de cercos vivos, forraje y aportando nitrógeno al suelo como sistema agroforestal. También es una fuente de energía como leña y de otros beneficios como madera. No obstante, sus muchos beneficios, el manejo que se le da es muy limitado y empírico. En parte esto es debido a la poca investigación técnica que se ha hecho. Sus múltiples ventajas no están siendo aprovechadas racionalmente.

Una de las herramientas importantes en el manejo racional de este recurso son las tablas de volumen. Estas permiten estimar el volumen de un árbol con precisión en forma práctica y sencilla.

El presente trabajo consistió en la elaboración de tablas de volumen para Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow dentro de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango. Sin embargo, es necesario aclarar que por ser este un estudio inicial, no se consideraron los efectos debidos a diferentes calidades de sitio en el comportamiento de las variables diámetro, altura y volumen.

Las tablas de volumen fueron elaboradas partiendo de las relaciones que existen entre el volumen, diámetro y altura.

Estas relaciones están descritas por las ecuaciones matemáticas: **Volumen Total (con corteza) = $0.000016737D^2H+0.000526D^2$** y **Volumen aserrable (sin corteza) = $0.000105D^2+0.000544H+0.00001885D^2H$** donde D = diámetro y H = altura, los cuales fueron determinados por la metodología de la regresión múltiple.

Las tablas de volumen se elaboraron a partir de una base de datos de 125 árboles. Cada árbol fue cubicado usando la formula de Smalian. Posteriormente se les aplicó regresión múltiple utilizando un total de 17 modelos matemáticos para ser evaluados. A partir de los indicadores estadísticos presentados por los modelos, se seleccionaron los mejores de estos. Posteriormente las tablas fueron validadas. Se comprobó estadísticamente que sus valores estimados se ajustan en grado aceptable a los valores reales de volumen. Se usaron un total de diez árboles para la validación, uno por clase diamétrica.

Las tablas de volumen elaboradas están definidas para ser usadas únicamente en condiciones climáticas y edáficas similares a las del área donde fueron hechas. A partir de esto se recomienda sean usadas en la planificación y ejecución de inventarios forestales y planes de manejo en esas áreas.

1. INTRODUCCION

Se estima que el 34.4% del territorio nacional posee cobertura forestal. Este está constituido en un 80.5% por bosques de latifoliadas, un 6.1% por bosque de coníferas, un 0.5% de manglares y el 3.4% restante por bosque mixto (23). En tal sentido estas masas boscosas representan las fuentes tradicionales de abastecimiento de madera, leña y otros productos forestales.

No obstante, el manejo forestal realizado en el país se ha caracterizado por ser de tipo selectivo e indiscriminado. Ha demostrado tener una fuerte deficiencia en la planificación. Esto da como resultado que no sea sostenible, productiva y económica la actividad forestal. Una de las principales deficiencias se relaciona con la ausencia de estudios que generen herramientas propias acordes a nuestros recursos naturales; y así elaborar inventarios y planes de manejo que permitan hacer eficiente el aprovechamiento y manejo forestal.

Un elemento importante es orientar la investigación forestal hacia especies promisorias de recursos energéticos, de rápido crecimiento, con la opción de poder asociarse con algunos cultivos, con capacidad de rebrote y que proporcionen madera para múltiples usos. Se han incluido como algunas de éstas, a las especies del género Alnus y en este caso el estudio se llevó a cabo con el fin de contribuir a una mejor planificación del aprovechamiento sostenido de los bosques que tienen entre su flora a las especies de dicho género.

Dentro de la metodología existente para la estimación del volumen de árboles individuales de los bosques, se encuentra la utilización de tablas de volumen. En éstas el volumen total puede estar definido por el diámetro a la altura del pecho (DAP 1.3 m) y la altura total a cierto índice de utilización de los árboles. Las tablas de volumen constituyen una herramienta apropiada para estimar volúmenes de bosques naturales como artificiales (1).

En Guatemala han sido pocos los trabajos desarrollados para generar tablas de volumen. Esto se ha hecho básicamente para especies coníferas. El presente estudio establece en forma de ecuaciones y tablas las relaciones que existen entre el volumen en función de la altura y el diámetro a la altura del pecho en Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow, en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La situación forestal en Guatemala, en cuanto a la elaboración de planes de manejo forestales y ejecución de actividades forestales, es deficiente debido a que las herramientas básicas utilizadas no permiten estimar con exactitud el volumen de especies latifoliadas nativas.

La estimación de volúmenes de rodales de bosques naturales es actualmente uno de los problemas fundamentales a resolverse para plantear un adecuado plan de manejo, y que éste responda a las necesidades de manejo de un rodal o finca en particular.

Debido a la falta de tablas de volumen verificadas para especies forestales de interés, se recurre a métodos de estimación que por un lado no han sido desarrollados para nuestras especies nativas, o bien que no han sido validados en el campo.

Ese es el caso de Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow, por lo que reviste gran importancia la elaboración de tablas del mismo para apoyar el proceso de planificación y manejo del recurso bosque.

3. MARCO TEORICO

3.1. Marco Conceptual

3.1.1. Determinación de volumen de árboles individuales

El volumen de un árbol puede ser determinado con base en la forma o el perfil del fuste, la cual puede variar de acuerdo a la especie, posición sociológica, influencia del medio ambiente y tratamiento que se le dé al bosque. Las formas de fustes o troncos se asemejan a cuerpos geométricos, paraboloides, neiloides o cónicos; variando las mismas durante su desarrollo. Estas formas facilitan la medición de las variables (diámetros y alturas), lo que permite aplicarles la fórmula de volumen correspondiente al largo total o a secciones del árbol. El volumen puede calcularse por trozas o secciones de troncos con fórmulas específicas como:

a) ECUACION HUBER(12)

$$V = (g m)x(L)$$

b) ECUACION SMALIAN(12)

$$V = \left(\frac{g u + g o}{2}\right) x(L)$$

c) ECUACION DE NEWTON(12)

$$V = \left(\frac{g u + 4 g m + g o}{6}\right) x(L)$$

Donde:

V = volumen

gu = Area basal mayor

gm = Area basal media

go = Area basal menor

L = Largo o altura

Para árboles en pie, existen ecuaciones las cuales estiman el volumen, pero estas dan el resultado con cierto porcentaje de error (10).

d) ECUACION PRESSLER(10)

$$V = \left(\frac{2}{3}g\right) \times \left(H \frac{1}{2}d\right)$$

Donde:

$(2/3)g$ = Area basal a 2/3 del largo o altura.

$H(1/2)d$ = Altura desde el suelo hasta el punto donde el diámetro sea la mitad del diámetro mayor.

e) ECUACION GEOMETRICA(10)

$$V = g \times H \times f$$

Donde:

g = Area basal a la altura de 1.3 m

f = Coeficiente mórfico

H = Altura comercial o total

f) ECUACION LOGARITMICA(10)

$$V = aD^b \times L^c$$

$$\log V = \log a + b \times \log D + c + \log L$$

Donde:

a, b, c = valores

D = diámetro

L = longitud del segmento

g) ECUACION DE VARIABLES COMBINADAS(10)

$$V = a(D^2 \times L)^b$$

$$\log V = \log a + b \times \log (D^2 \times L)$$

Donde:

a, b = valores

D = Diámetro a la altura del pecho

L = largo o Longitud

En vista de que la labor de cálculo del contenido volumétrico de un árbol, a través de ecuaciones matemáticas elaboradas para secciones, resulta muy laborioso y bastante oneroso, se considera que la cubicación seccional del árbol por medio de sistemas es más adecuado (14).

Las medidas que hay que determinar en el árbol seccional son las siguientes (11):

DAP - Diámetro a la altura del pecho (1.3 m del suelo)

H - Altura o largo total

ds - Diámetro superior utilizable

El volumen de árboles en pie puede estimarse mediante la utilización de funciones volumétricas o del coeficiente mórfico. Estas funciones pueden ser de dos clases. Existen las llamadas anamórficas y las polimórficas. Las primeras se refieren a ecuaciones para estimar el volumen del fuste sin importar la parte del mismo que se esté midiendo. El modelo a utilizar es el mismo. En cambio las formulas o ecuaciones polimórficas se refieren a que, para cada diferente parte del fuste se utilizará diferentes ecuaciones. Esto ultimo se basa en que el fuste del árbol no tiene un comportamiento igual a lo largo de su longitud y por eso se utiliza una ecuación para cada parte del mismo (14).

El volumen se determina de la relación entre los parámetros dendrometricos. Diámetro, altura y coeficiente mórfico son las variables independientes que se utilizan comúnmente para estimar el valor de la variable dependiente (volumen). El resultado final se presenta en forma tabular o modelo matemático (14).

La estimación de volumen está basada en medidas del árbol o características de masas (diámetro, altura, área basimétrica), y en relaciones volumétricas entre aquellas características y los volúmenes a estimarse (10).

Una acertada estimación del volumen total de un bloque es frecuentemente indispensable, antes del apeo, con el fin de preparar la ejecución de la corta; tal estimación de volumen se realiza por porciones de bosque cuya delimitación obedece a las características de su vuelo en conjunto, de manera que este sea homogéneo conforme a los criterios de especie y conformación individual; y en cuanto a dimensiones o tamaño de los árboles (10).

La técnica fundamental de la estimación desde los orígenes de la Dasometría contempla dos magnitudes lineales de obligada medición, siendo estas: el diámetro normal o diámetro a la altura del pecho, que se toma en una sección del árbol a una altura de 1.30 m del suelo y la longitud o altura total de tronco o fuste entre las secciones extremas que delimitan su posible aprovechamiento (12).

La estimación del volumen de las existencias maderables con precisión es una de las principales tareas que se presentan en la actividad forestal (12).

Actualmente ha cobrado relevancia la estimación no sólo del volumen total de bosques, sino también de las fracciones del mismo destinadas a los distintos usos industriales (volumen comercial, volumen aserrable, industrial, leña, etc.) (12).

3.1.2. La tabla de volumen

3.1.2.1. Definición de la tabla de Volumen

Una tabla de volumen se define como una tabulación, en la cual el diámetro de 1.30 m (diámetro a la altura del pecho) y la altura, son las variables principales para determinar el volumen de un árbol (11).

Estas tablas se fundamentan en el principio de que árboles de la misma especie poseen el mismo volumen promedio, cuando el diámetro y la altura son idénticas y se desarrollan bajo las mismas condiciones ecológicas (14).

FAO, (1980), define una tabla de volumen como una tarifa, fórmula o gráfica, que proporciona el valor volumétrico de un árbol o un conjunto de árboles en función de variables llamadas entradas (11).

Las tablas de volumen son listas tabulares que dan el volumen de un árbol o un conjunto de árboles, preparadas a partir de ecuaciones de volumen, en donde la variable dependiente es el volumen como una función de las características principales, diámetro normal y altura, obtenidas a partir de análisis de regresión (28).

3.1.2.2. Clasificación de las Tablas de Volumen

Tablas de simple entrada: Expresan los volúmenes de árboles en función solamente del diámetro a la altura del pecho (1.3 m). Dichas tablas se construyen con datos colectados localmente en un bosque en particular y se aplican a pequeñas extensiones boscosas (28).

Tablas normales de doble entrada: Estas expresan los volúmenes en función de dos variables el diámetro a la altura del pecho y la altura. Su aplicación es mas amplia (28).

3.1.2.3. Selección de las entradas de una tabla de volumen

Las entradas de una tabla deben ser (10):

A - Poco numerosas y fáciles de medir para que la tabla tenga una amplia gama de aplicaciones y sea fácil de utilizar.

B - Fuertemente correlacionadas con el volumen.

C- Débilmente correlacionadas entre sí, para que el poder explicativo de una variable persista cuando las otras se introduzcan al modelo (10).

En general no se utilizan más de dos entradas: la primera es siempre el diámetro de referencia, la segunda puede ser el diámetro a una altura fija, o a una altura relativa, o la altura del fuste, o la altura total, o el diámetro de la copa. Entre estas variables, la altura del fuste y el diámetro a una altura fija son de más fácil medición, siendo esta última más usada que la altura (10).

Una tabla de dos entradas es más precisa que una tabla de una entrada pero es más difícil de usar. Esto es en relación a que hay un parámetro más que hay que tomar en cuenta para el cálculo del volumen; sin embargo, aunque una tabla de doble entrada es más "difícil" de usar en relación a una tabla de una entrada, se está tomando en cuenta la precisión, que es fundamental, por lo que es preferible utilizar una tabla de doble entrada aunque sea "más difícil" (10).

3.1.2.4. Selección de la muestra para construir una tabla de volumen

Para un rodal monoespecífico y homogéneo se puede considerar que se necesitan de 50 a 100 árboles para tablas de una sola entrada y entre 80 y 150 para tablas de dos entradas (11).

El número de árboles no es el único criterio a considerar; es necesario escoger los rodales de donde se extraerán los árboles y dentro de los rodales seleccionar los árboles de muestra. A continuación algunas recomendaciones al respecto (10):

A - Dividir la región para la cual se va a establecer la tarifa en compartimentos homogéneos (considerando las condiciones del lugar, los tratamientos silviculturales, etc.)

B - Dividir los compartimentos en clases diamétricas y que, en un compartimento, se tomen el mismo número de árboles de muestra en cada clase de área basal (11).

La regla anterior trata de evitar que la mayoría de los árboles pertenezcan a un reducido número de clases de grosor. Hay que tener en cuenta que no es deseable un muestreo aleatorio que seleccione al azar un árbol entre "n" árboles. Por ejemplo se requiere una tabla para árboles de un bosque denso con diámetros entre 20 cm y 1 m (10).

El intervalo de las áreas basales se divide en diez clases iguales: los límites de los diámetros correspondientes serán 200 - 369 - 482 - 573 - 651 - 721 - 785 - 844 - 899 - 951 - 1000 mm (11).

En cada una de esas clases se tomará una muestra de unos 10 árboles, de acuerdo a una diseño de muestreo que cubra toda el área (11).

No existe una regla para determinar el número de clases, solo se pueden dar algunas guías generales; por ejemplo que el número de clases debe estar entre 5 y 20 (12).

Para enfrentar esto se emplean las tarifas de cubicación, que son tablas, fórmulas o gráficas que proporcionan el volumen del árbol en función de diversas variables, tales como: las entradas (características fácilmente medibles del árbol o población de árbol, siendo el diámetro a 1.3 m y altura total), y parámetros propios de la población (altura dominante, número de metros cúbicos por hectarea) (12).

Cuando la forma de un tronco de madera es la de un sólido geométrico regular, su volumen puede fácilmente calcularse midiendo sus dos variables, diámetro y altura, pero en el caso de árboles sus formas se aproximan a ciertas figuras geométricas y el empleo de fórmulas sencillas arrojan algunos errores. Regularmente la sección transversal (área basal), de un árbol no es exactamente un círculo y poseen excentricidades que no permiten tomarla como una forma circular en general (4).

Mediante el empleo de tablas de cubicación, se puede deducir en función de los diámetros y de las alturas, los volúmenes. El empleo de tablas para uso general puede producir sesgo en los resultados al aplicarse a poblaciones distintas de las que sirvieron para calcular la tabla. Este tipo de error afecta la exactitud de cálculo de los volúmenes (10).

3.1.2.5. Análisis estadístico para la construcción de una tabla de volumen

Este es el método mayormente utilizado, pues el inconveniente de los cálculos ha disminuido con el desarrollo de las computadoras (11).

A. La elección del modelo de regresión

La simplicidad del modelo es tratar siempre de tener el modelo más simple posible, esto es, el que tenga el menor número de coeficientes. Mientras más numerosos son los coeficientes, más ilógicamente variará el volumen en función de las entradas (11).

Para la elaboración de tablas de volumen se debe considerar el método analítico, el cual se caracteriza por utilizar los cuadrados mínimos en la estimación de los coeficientes de regresión. Esto tienen la ventaja de permitir el cálculo del error en la estimación evaluando la bondad de ajuste de cualquier recta o curva cuya ecuación sea conocida a un conjunto de observaciones (28).

Cuando se tiene la información acerca de dos o más variables relacionadas es natural buscar un modo de expresar la forma de las relaciones funcionales, pero además de buscar la función matemática que nos diga de que manera están relacionadas las variables, es necesario saber también con qué precisión se puede predecir el valor de una variable si conocemos los valores de las variables asociadas. La técnica para lograr estos dos objetivos se conoce como método de regresión (28).

La ecuación general para una línea recta es $y = bx + a$, donde a y b son constantes y coeficientes de regresión que deben estimarse. Conforme al principio de mínimos cuadrados, los mejores estimadores de estos coeficientes son (25):

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{x}$$

El procedimiento de análisis de varianza trata de eliminar la variación de una respuesta y de asignar porciones de ésta, a cada variable de un conjunto de variables independientes (12).

En el análisis de varianza, la suma de cuadrados corregidos para Y ($\sum y^2$), estima la cantidad de variación de los valores individuales de "Y" respecto al valor medio de "Y". La ecuación de regresión es una indicación de qué parte de la variación observada en "Y" está asociada con la relación de "Y" a "X" (25).

La cantidad de variación en "y" que está asociada con la regresión sobre "x" se conoce como "la suma de cuadrados de la reducción o la suma de cuadrados de la regresión" (25).

La porción de la variación total en "Y" que no está asociada con la regresión se conoce como suma de cuadrados residual (25).

La relación conjunta entre la variable dependiente y todas las variables independientes, se denomina Coeficiente de Determinación y con el se puede calcular la proporción de la variación total en "Y" que corresponde a la regresión (25).

En el análisis de varianza el coeficiente de determinación se calcula por (25):

$$\text{COEFICIENTE DE DETERMINACION} = \frac{\text{Sumatoria de cuadrados de la reducción}}{\text{Sumatoria de cuadrados total}}$$

Este coeficiente es igual al cuadrado del coeficiente de Correlación (14).

$$r^2 = \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2 \sum Y^2}$$

Una hipótesis estadística es un supuesto referente a algún parámetro. Para determinar si la regresión es precisa y expresa la relación entre las variables, debe formularse la hipótesis de que no hay correlación entre las dos variables y que la aparente relación se debe simplemente a la casualidad (25).

Esta recibe el nombre de Hipótesis Nula ($H_0 = 0$). Si esta hipótesis fuese verdadera (Ha no es igual a cero), la probabilidad del valor de "r" obtenido, puede ser tan grande o mayor que el observado. Si esta probabilidad es de un 5%, se dice entonces que la correlación es SIGNIFICATIVA. Si se afirma que la correlación es real se corre un 5% de riesgo de estar equivocado. Si la probabilidad es de un 1% o menor, se dice que la correlación es ALTAMENTE SIGNIFICATIVA rechaza la hipótesis nula con un 1% de riesgo de estar equivocado (25).

La distribución muestral teórica, denominada Distribución "F", nos permite realizar pruebas estadísticas acerca de la diferencia entre dos varianzas, así también permite investigar sobre las diferencias entre las medias de un grupo de muestra. En el análisis de varianza, cuando la F calculada es mayor que la "F" tabular, la regresión se acepta cómo SIGNIFICATIVA (25).

$$F \text{ CALCULADA} = \frac{\text{VARIANZA REGRESION}}{\text{VARIANZA RESIDUAL}}$$

Cuando se necesita conocer cómo una población de diferencias de medias es generada a partir de una población de elementos normalmente distribuidos, debe determinarse cómo los parámetros de esta nueva población están relacionados con los parámetros de las poblaciones originales y con las poblaciones de medias originadas en la obtención de la población de diferencias de medias (25).

Aplicando la prueba de "t" evaluamos las posibilidades de que dos medias son significativamente diferentes(25).

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ei} - Y_i)^2}{n - 1}}$$

Donde:

Y_i = Valores estimados

Y_{ei} = Valores reales

n = número de datos

S_{xy} = Error o desviación estándar de la estimación

B. Análisis de la calidad del ajuste

La calidad del ajuste se mide por medio de algunas pruebas que evalúan la estimación de los valores con respecto a los valores reales. Algunas de ellas son las pruebas de Suma de Cuadrados Residual y la prueba de Durbin-Watson (12).

a) Suma de cuadrados de los residuales

La porción de la variación total en "Y" que no está asociada con la regresión se conoce como Suma de Cuadrados Residual (12).

b) Prueba de Durbin-Watson

Durbin y Watson establecieron valores estadísticos que pueden describir si existe o no independencia entre los errores aportados por las variables independientes y si estos errores están o no correlacionados entre sí (12).

Cuando el valor "D" tiende a ser muy pequeño o cero es por que existe una casi perfecta o positiva correlación entre los errores aportados por las variables independientes del modelo. Si el valor tiende a ser dos es por que existe una total independencia de errores aportados por las variables independientes. Y Finalmente cuando el valor tiende a ser cercano a cuatro es por que las variables están correlacionadas negativamente (12).

C. Análisis de varianza de la regresión

La calidad del ajuste se puede medir también mediante un análisis de varianza de la regresión. Los parámetros estadísticos utilizados para el efecto se encuentran resumidos en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Análisis de varianza para un modelo de regresión múltiple

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F
Regresión	K	$\sum bxy$	S.C. reg/k	C.M.REG/ C.M. ERROR
Error	n-1-k	S.C. total - S.C. reg	S.C.error/(n-k-1)	
Total	n-1	$\sum y_i^2 - (\sum Y_i)^2/n$		

Fuente: Hoel, 1988 (25).

3.1.2.6. Validación de tablas de volumen

La estimación del volumen de madera en pie de un rodal es uno de los aspectos importantes en el proceso de ordenar y manejar el bosque con metas de producción. La estimación de la cantidad de madera es el resultado de un proceso de muestreo, y por definición habrá una diferencia entre el valor real y el valor estimado. Esta diferencia o error debe estar dentro de ciertos límites, el cual generalmente es aceptable dentro de un rango de 5-20 % para un nivel de significación de 0.05% (12).

La metodología para estimar el volumen de madera en pie usa una serie de estimaciones cada una de las cuales lleva implícita un error. Este error debe ser conocido y el objetivo es hacerlo mínimo; una de estas estimaciones es la tabla de volumen o ecuación de volumen general (12).

Debido al uso de las tablas de volumen en el proceso de la elaboración de planes de manejo es una necesidad prioritaria conocer la exactitud de ellas. El conocimiento objetivo de la exactitud de las tablas es la forma técnica correcta de poder establecer cual tabla es más eficiente. Si se tienen alguna duda sobre la eficiencia de la tabla no es correcto emitir juicios subjetivos respecto a la calidad, se debiera demostrar con cualquiera de los métodos estadísticos cual es la calidad y validez de una tabla de volumen (12).

Una tabla de volumen debe ser validada por algún método estadístico para conocer si tiene sesgo o error y si lo tiene saber la magnitud de él. La utilidad de una tabla de volumen se mide por dos características importantes: sesgo y exactitud o eficiencia (12).

Una tabla de volumen no tiene sesgo, si para cualquier tamaño de los árboles los volúmenes estimados son iguales a los volúmenes medidos; si la tabla muestra un sesgo este se puede corregir aplicando una regresión que corrija los coeficientes de la ecuación de volumen. En la práctica un sesgo de 2-3% no vale la pena corregirlo, pero si es recomendable hacerlos si es mayor de este valor (12). Una prueba de sesgo se hace subdividiendo la población y examinando los desvíos entre los valores medidos (V_m) y los valores predichos o estimados (V_e) dentro de cada sub población en forma separada. Una condición para esta prueba es que debe ser hecha con una muestra independiente y no solamente con los datos con que se ajustaron las ecuaciones de volumen (12).

Los valores de los volúmenes medidos deben ser cubitados exactamente en árboles apeados para este propósito. La prueba de t no es apropiada y no debiera ser usada. La prueba de Chi cuadrado es mas apropiada que la prueba de t, porque mide el sesgo pero no toma en cuenta si el desvío es positivo o negativo (12).

Ferreira (12) indica que con el objeto de determinar la exactitud de las tablas de volumen, se pueden utilizar las siguientes pruebas:

A. Prueba de Sesgo (Desviación agregada)

El sesgo mide la concordancia general entre los valores medidos y los valores estimados por la tabla de volumen y expresa la diferencia entre la suma del volumen medido y el volumen estimado como un porcentaje de la suma del volumen medido.

El sesgo también indica en que porcentaje la tabla sobre estima o subestima el volumen no debe exceder el uno por ciento. (12)

$$S(\%) = \frac{\sum V_m - \sum V_e}{\sum V_m} \times 100$$

Donde:

$S(\%)$ = sesgo en porcentaje

$\sum V_m$ = Suma de volumen promedio medido

$\sum V_e$ = Suma de volumen estimado por tabla de volumen

B. Error o desviación estándar de la estimación (S_{xy}): Es la media de las desviaciones cuadradas de los volúmenes reales y estimados.

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum (V_r - V_e)^2}{n-1}}$$

Donde:

V_r = Volumen real en m^3

V_e = Volumen estimado en m^3

n = Número de árboles muestra

Sxy = Error o desviación estándar de la estimación

C. Desviación media (%): Se define como el cociente de la sumatoria de la diferencia entre los volúmenes reales y los estimados (no se toma en cuenta el signo) y la suma de los volúmenes estimados expresados en porcentaje. Nos indica la variabilidad esperada en los datos utilizados, y puede en algunas ocasiones alcanzar el 10% (12).

$$\text{Desviación Media (\%)} = \left(\frac{\sum (Vr - Ve)}{\sum Ve} \right) \cdot 100$$

Donde:

Vr = Volumen real en m³

Ve = Volumen estimado en m³

n = Número de árboles muestra

3.1.3. El género Alnus

3.1.3.1. Información general y descripción botánica del genero Alnus

Standley y Steyermarck (34) describen el género Alnus de la siguiente forma: "Son árboles o arbustos; con hojas alternas, pecioladas, aserradas o dentadas, penninervias, con estípulas caducas, hojas deciduas; amentos solitarios o racimosos, nacen en las axilas de las hojas nuevas; flores estaminadas en racimos o grupos de tres flores, perianto con 4 segmentos o menos, connados a la base ó libres; 4 estambres opuestos a los segmentos del perianto, anteras ovaladas, las tecas distinguibles, paralelas; flores pistiladas, erectas, cilíndrico-oblongas, espigas escamosas, sin perianto, ovario de 2 lóculos, los estilos cortos, estigma en el ápice, un ovulo en cada lóculo, placentación apical, anátropo".

Una ilustración del Alnus lorullensis ssp lorullensis Furlow dentro de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo sub tropical se puede apreciar en la Figura 1.

"Son plantas heliófitas, pioneras; no aceptan competencia muy fuerte". "No son exigentes de una clase especial de suelo, aunque prefieren suelos humíferos". Regeneran en potreros. No son exigentes en cuanto a drenaje, pues crecen en partes casi pantanosas con drenaje imperfecto (aunque con escaso desarrollo), en las márgenes de lugares erosionados y en derrumbes (5).

Fisionómicamente ocupan posiciones de emergentes o codominantes; son de fácil regeneración natural; rápido crecimiento; fijadoras de nitrógeno; gran capacidad de asocio con cultivos y ganadería; madera de gran cantidad de usos; fácil de trabajar; poco resistentes a vientos fuertes; poco susceptibles a plagas y enfermedades (5).

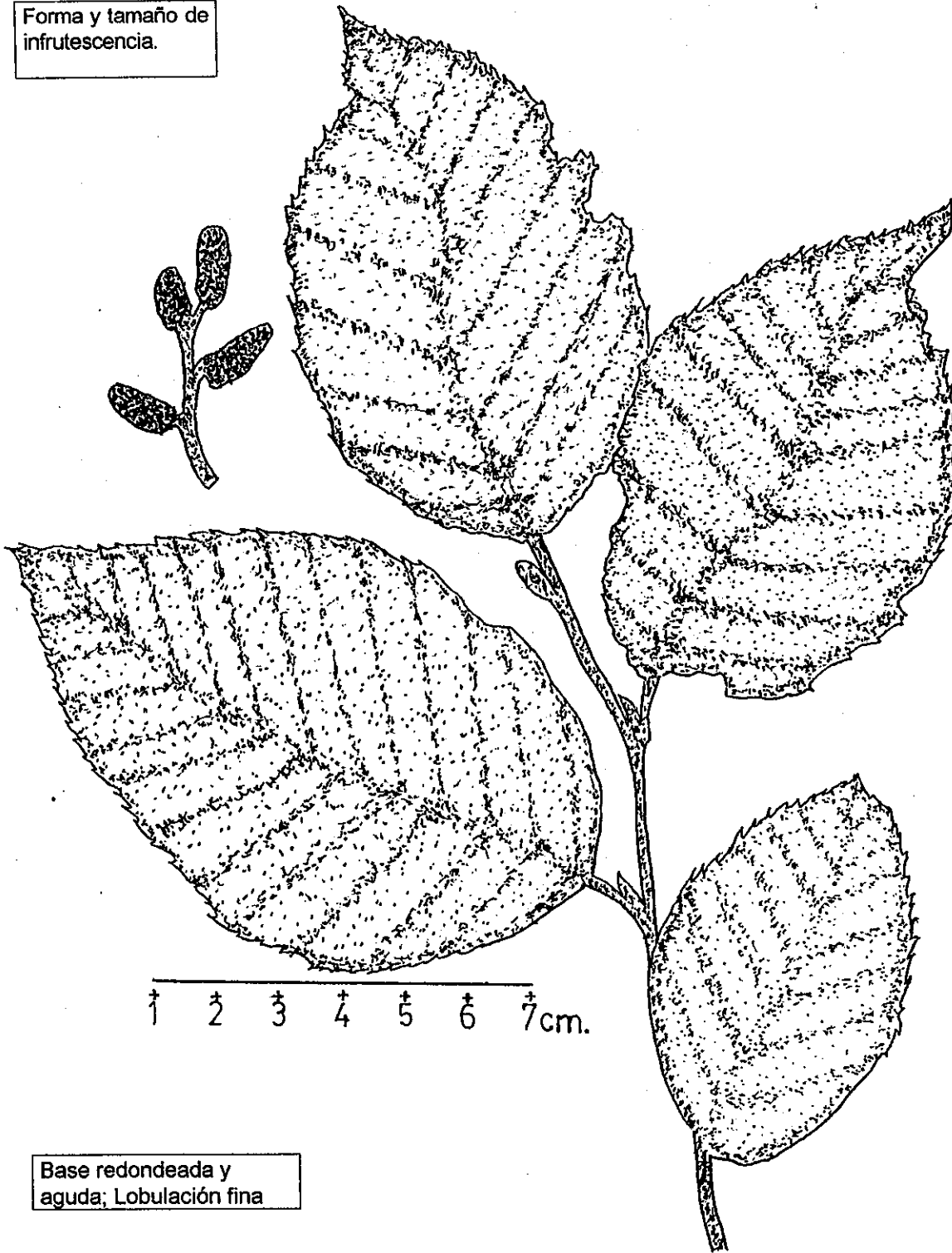
La viabilidad de la semilla parece perderse demasiado pronto después de la colecta; existen estudios que expresan porcentajes de germinación que van del 7 al 15% después de un mes de almacenaje ambiental; aunque, en otros estudios realizados, se han obtenido porcentajes de germinación más altos, pero siempre empleándose en forma inmediata o proporcionando un almacenaje adecuado (5).

3.1.3.2. Características de las Especies de Alnus reportadas para Guatemala

Las características que permiten determinar con mayor facilidad a las 4 especies del género Alnus reportadas para Guatemala y que se emplearon en el presente estudio se presentan en el Cuadro 2.

Forma y tamaño de
infrutescencia.

Apice
acuminado



Base redondeada y
aguda; Lobulación fina

Figura 1 *Alnus jorullensis* ssp *jorullensis* Furlow, zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical.

Alnus jorullensis HBK (1817)

Nombres Comunes: Aliso, Ilamo, Kentzé, (Huehuetenango, Mam)

Las características descritas por Standley y Steyermarck para esta especie son: "árbol pequeño o algunas veces grande; de corteza lisa, delgada, café; ramas usualmente glabras; hojas oblongas a ovaladas u oblongo-ovaladas principalmente, de 7 a 12 cm de longitud, agudas, acuminadas, algunas veces obtusas, base aguda o redondeada, aserrada irregular, verde y glabra en el haz, generalmente lustrosa, envés pálido, más o menos piloso al inicio, pero al envejecer es glabra, dotada de glándulas de cera en el envés, generalmente conspicuas y frecuentemente muy densas; amentos estaminados de 3 a 6 cm. de longitud; femeninos, sésiles, generalmente alrededor de 12 mm de longitud, algunas veces ligeramente más grandes". Esta especie es reportada a una altitud que va de 1800 a 3700 m. sobre el nivel del mar y específicamente en los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango (34).

En las diferentes regiones en donde se distribuye en forma natural en género Alnus, no muestra el mismo tipo de comportamiento fisiológico ni sociológico. Así en el Norte del área de su distribución natural o sea de Centroamérica hasta el Ecuador, es considerada como una especie propia de los bosques de vega y en el Sur o sea Argentina y Bolivia, forma un cinturón en el límite superior del bosque (5).

Considerando a Alnus jorullensis H.B.K. y Alnus acuminata H.B.K. como sinónimos, se menciona que la especie está ampliamente distribuido en Latinoamérica, desde México hasta Chile y Argentina, pasando por Centroamérica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (5).

Su distribución en Costa Rica varía entre altitudes de 1500 a 3300 metros sobre el nivel del mar, en Venezuela de 1550 a 3200 msnm en Bolivia y Argentina de 1400 a 1700 msnm (5).

Cuadro 2. Características de las especies de Alnus de Guatemala

ESPECIE	<u>Alnus arguta</u> (Schlecht.) Spach.	<u>Alnus ferruginea</u> H.B.K.	<u>Alnus firmifolia</u> Fernald	<u>Alnus jorullensis</u> H.B.K.
CARACTERISTICAS				
Hábito	árbol	árbol	arbusto	Árbol
Corteza	Pálida, delgada y lisa	Café oscuro, delgada y lisa	Gris liso plateado, gruesa corchosa	Café delgada y lisa
Ramillas	Glabras o casi glabras.	Pubescentes con vello esparcido.	Glabras con vello esparcido.	Glabras.
Hojas-forma	Oblongo-ovalada, a Ovalada ancha	Elíptica a ovalado amplia	Oblongo elíptica, elíptica u ovalada	Oblonga- ovalada, Oblongo-ovalada
Pecíolo	Delgado	Presente	Presente	Presente
Base	Obtusa o Redondeada	Obtusa o Redondeada	Obtusa o Aguda	Aguda o Redondeada
Apice	Agudo o Acuminado	Agudo o Acuminado	Obtuso o Redondeado	Agudo, acuminado, Obtuso.
Margen	Aserrado duplicado	Aserrado duplicado	Irregular aserrado	
Largo		7-15 cm	5-10 cm	7-12 cm
Ancho	3-9 cm			
Lobulos	Finamente lobulada	Sin lobulación	Sin Lobulación	Sin Lobulación
Haz	Glabro	Glabro verde	Glabro lustroso	Glabro y verde
Envés	Con vellos en los nervios	Glabro o puberulento	Glaucoscento o pálido	Lustroso y Pálido o piloso.
En la madurez	Glabro pálido		Glabro	Glabro
Amento masculino	4-10 cm de largo.	5-15 cm de largo.	3-4 cm de largo.	3-6 cm de largo.
Amento femenino	2-3 cm de largo	1.5-3 cm de largo	1-1.7 cm de largo	1.2 cm de largo
Pedúnculo	con o sin	con o sin	Sin	sin o casi sin.
Altitud en MSNM	1350-3000	1250-2400	2500-3600 raramente 1900	1800-3700
Departamento	Sacatepéquez Chimaltenango Sololá Totonicapán Huehuetenango Quiché Quetzaltenango San Marcos	Alta Verapaz Guatemala Chimaltenango Quiché Huehuetenango Quetzaltenango San Marcos	Guatemala Sacatepéquez Huehuetenango Totonicapán Quetzaltenango a San Marcos	Sacatepéquea Chimaltenango Sololá Quetzaltenango San Marcos Huehuetenango
Carácter remarcable	Lobulación fina	Corteza café oscura	Hojas gruesas y subcoriáceas	Presencia de glándulas ceroso-amarillentas densas y conspicuas en el envés.

Fuente: Standley & Steyermark, 1952 (34).

En el documento "Especies Forestales Tropicales" se considera para Costa Rica a Alnus acuminata H.B.K., Alnus jorullensis H.B.K. y Alnus arguta (Schlecht.) Spach. como sinónimos. En los documentos "Especies Forestales Tropicales" (27) y "Silvicultura para especies promisorias para leña" (7), publicados en Costa Rica, se describe al género Alnus como: "Arbol de tamaño mediano (de 5 a 30 m. en forma natural; alcanza hasta 40 m en condiciones favorables de plantación) (5).

La madera es descrita como suave, liviana, sin diferencia entre albura y duramen; lustre de mediano a bajo; textura muy fina; grano bastante recto; buena trabajabilidad; fácil de tallar, sin problemas de torceduras o rajaduras; puede ser tratada sin dificultad; liviana pero firme, de fácil secado al aire (5).

3.1.3.3. Usos más comunes de las especies del género Alnus

Los usos de las especies de Alnus son muy variados; muchos de ellos son comunes en diferentes países de Latinoamérica. En el Cuadro 3 se presentan los usos en la región.

Cuadro 3 Usos más comunes del genero Alnus en Latinoamérica

MADERA
Construcciones livianas, Láminas centrales, construcción de muebles, gabinetes, palos de escoba, puertas, formaletas para concreto, cajas, cajones, palillos y cajas de fósforos, chapa y madera contrachapada, postes para alumbrado eléctrico, cercas, pivotaes para minas, artesanías, pulpa, papel, lápices, leña, carbón, muebles para fundición de metales, ataúdes, hormas para zapato, molduras, mangos para herramientas, instrumentos musicales.
ARBOL
Recuperación de suelos degradados, protección de cuencas y reforestación, sistemas agrosilvopastoriles, sombra y cortinas rompevientos, mejoramiento del suelo por la simbiosis radicular con el actinomiceto del género <u>Frankia</u> y hongos ectotróficos, incorporación de materia orgánica, ornamentación
HOJAS Y CORTEZA
Para tinturas amarillo y beige, para curtir cuero, para cicatrizar heridas en humanos en infusiones, contra reumatismo y resfriados, para aliviar el malestar de la cabeza por insolación, para tefir verde.

Fuente: Instituto tecnológico de Costa Rica, 1986 (5), Standley y Steyermark, 1952 (35), CATIE, 1987 (7).

3.2. Marco Referencial

3.2.1. Trabajos realizados con anterioridad en Guatemala sobre tablas de volumen

Algunos de los trabajos realizados sobre el tema de "Tablas de volumen" en Guatemala más que todo son referidos a tablas locales realizados en una sola finca o zona con una superficie muy reducida. Este es el caso de el estudio realizado por Barrios (2). Este autor utilizó únicamente 27 árboles como muestra para realizar sus tablas de volumen. Usó solo dos ecuaciones matemáticas en su análisis de regresión. No hizo ninguna validación de las tablas así como tampoco se especifica cubicación de las ramas de los árboles. Tampoco se define ningún tipo de muestreo.

Martínez (31) hizo una tabla local también en una sola localidad. La cubicación de las ramas de los árboles la hizo a través de estimaciones por el método de coeficiente de apilamiento. Utilizo 130 árboles para realizar la tabla de volumen pero no se validó. Una sola ecuación encontrada para el análisis de regresión. Utilizó un método de muestreo en parcelas distribuidas al azar. No tuvo representatividad de las clases diamétricas en cada punto de muestreo.

Otro estudio realizado, fue el de Castillo (6) quien muestreó únicamente en dos localidades con un número de árboles de 60 por localidad o sea un total de 120 árboles. Utilizo únicamente siete clases diamétricas y un número desigual de árboles por clase diamétrica. Usó cinco modelos estadísticos y no presenta ninguna validación de las tablas.

Finalmente, Escobedo (9) presenta una sola localidad para su estudio, con una superficie de media caballería de bosque puro, ocho clases diamétricas y un número de tres árboles únicamente por clase diamétrica como máximo con un total de 22 árboles y utilizó cinco modelos estadísticos para su análisis de regresión.

4.2.1. Características relevantes de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical

La zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical es una de las zonas existentes en el departamento de Chimaltenango. Las otras son el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, el Bosque Húmedo Montano Bajo, el Bosque Muy Húmedo Sub-tropical Cálido y el Bosque Húmedo Sub-tropical Frío. La distribución de estas zonas de vida en el departamento mencionado se pueden observar en la Figura 2. (8)

La zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical comprende una faja que va desde Mixco en el departamento de Guatemala dirigiéndose al Noreste del país pasando por San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Chimaltenango, Saragoza, Santa Cruz Balanyá, San José Poaquíl, Chichicastenango, Santa Cruz del Quiché, Momostenango, Huehuetenango, hasta la frontera con México. Se encuentra también una pequeña franja que rodea el Lago de Atitlán (8).

La superficie total de esta zona de vida es de 9,769 kilómetros cuadrados, lo que representa el 8.98% de la superficie total del país (8).

3.2.2.1. Altitud

Las alturas dentro de la zona de vida varían radicalmente ya que se pueden encontrar altitudes de 600 msnm hasta casi los 3,975 msnm (8).

3.2.2.2. Topografía

Su topografía en general es plana y está dedicada a cultivos agrícolas. Sin embargo, las áreas accidentadas están cubiertas por vegetación. La elevación varía entre 1,500 y 3,000 msnm (18).

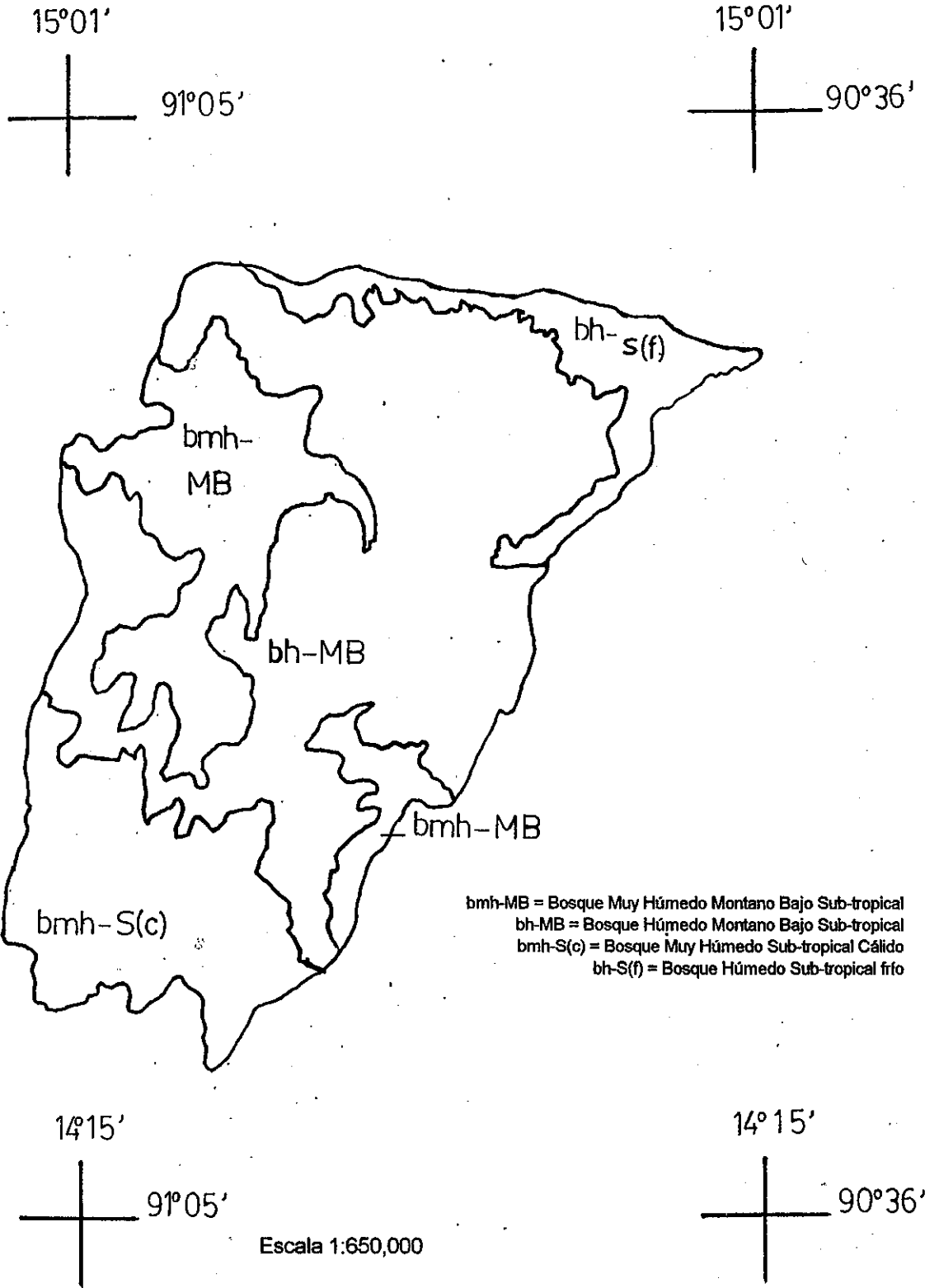


Figura 2 Zonas de vida existentes en el departamento de Chimaltenango.
Fuente: Instituto Geográfico Militar, 1984.

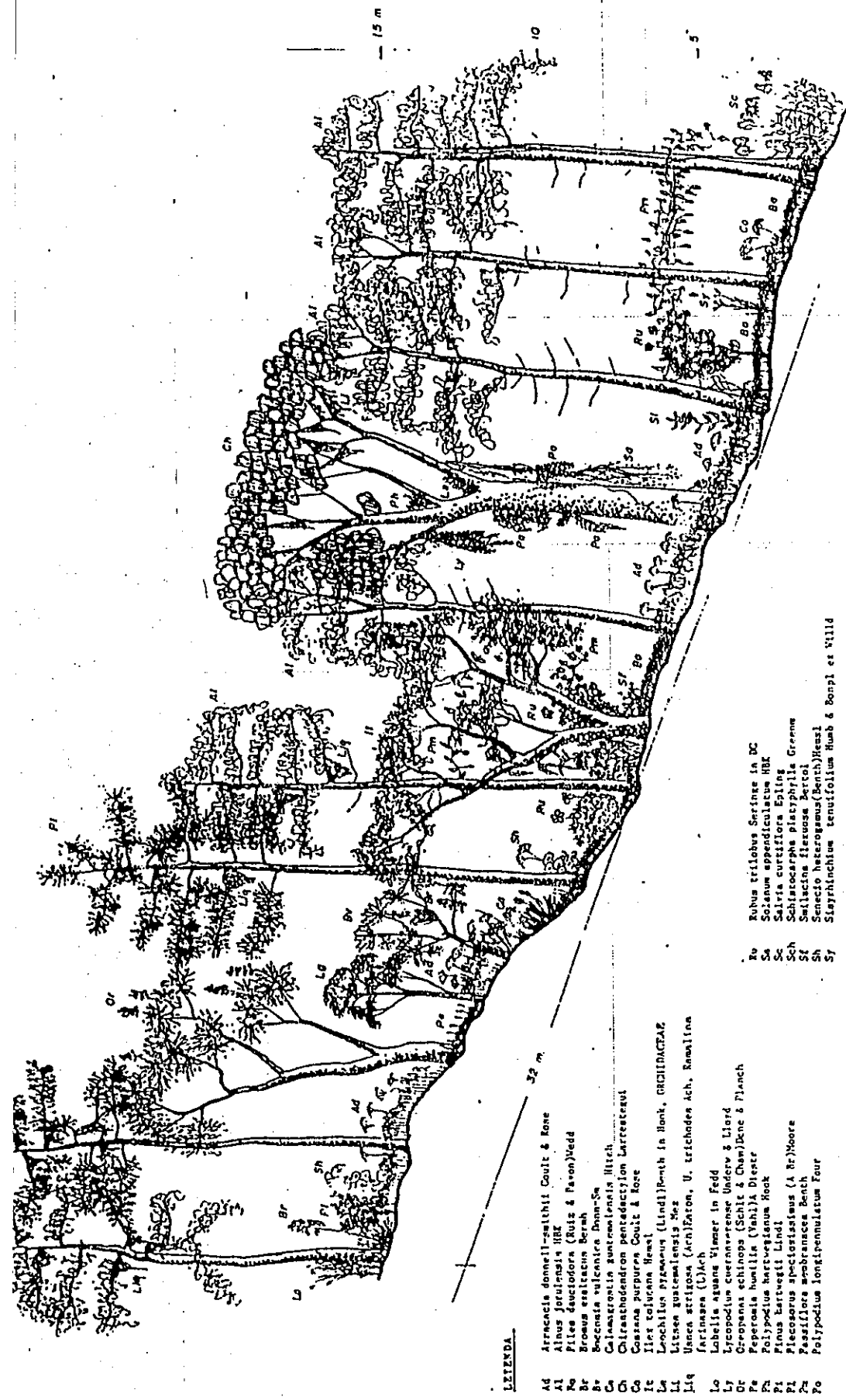
3.2.2.3. Condiciones Climáticas

El patrón de lluvias varía entre 1,057 mm y 1,588 mm. Las biotemperaturas van de 15 grados a 23 grados centígrados. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75 (8). Su precipitación media anual varía entre los 1,000 y los 4,000 mm (8).

3.2.2.4. Vegetación

La vegetación natural, que es típica de la parte central del altiplano, está representada por rodales de Quercus spp. asociados generalmente con Pinus pseudostrobus Lindl. y Pinus montezumae Lambert. Puede observarse en Uspantán Juniperus comitana Martínez en forma de individuos aislados. Alnus spp., Ostrya spp. y Carpinus spp. son bastante frecuentes en esta formación (8).

Ocurren también como indicadores en esta zona Prunus capulli Cav. y Arbutus xalapensis H.B.K. (8). En la Figura 3 se muestra un perfil topológico transicional representativo de la zona de vida y su conformación vegetal (35).



LEYENDA

- Ad *Arracacia donnell-smithii* Coult & Rose
- Al *Alnus jorulensis* HBK
- Br *Pilea dauciflora* (Ruiz & Pavon) Wedd
- Ca *Brosnia esaltacuta* Benth
- Ch *Bocconia vulcanica* Donn-Sm
- Co *Calceolaria guatemalensis* Hitch
- It *Chloranthodendron pentadactylon* Larrister et al
- Li *Cassia purpurea* Coult & Rose
- Lo *Illex talpacoti* HbK
- Ly *Loxichilus pygmaeus* (Lindl) Benth in Hook, ORCHIDACEAE
- Or *Lichen guatemalensis* Mez
- Pe *Urena strigosa* (Arn.) Eaton, U. trichodes Ach, Rhamnifera
- Pi *Pinus* (U) Ach
- Po *Labelia aguada* Vimmer in Fedd
- Lu *Lycopodium cuernavercense* Underw & Lior
- Or *Crotophaga schinops* (Schitt & Chav) Dene & Planch
- Pe *Peperomia humilis* (Vahl) A Diester
- Po *Polypodium hartwegianum* Hook
- Pi *Pinus Hartwegii* Lindl
- Po *Pleocarpus spectabilis* (A. N.) Moore
- Sh *Passiflora urubranacea* Benth
- S7 *Polypodium longipennulatum* Four

- Ru *Rubus trilobus* Scribn in DC
- Sa *Solanum appendiculatum* HBK
- Sc *Salvia curtiflora* Epling
- Sch *Schizocarpha platyphylla* Greene
- Sf *Smilacina heterogona* Benth
- Sh *Senecio heterogonus* (Benth) HbK
- S7 *Slayrhinchium tenuifolium* Hubb & Bonpl et Willd

Figura 3 Perfil topológico representativo de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical. Fuente: Véliz Pérez M., 1989 (35).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Elaborar tablas de volumen para aliso (Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow), en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango.

4.2. Objetivos específicos

4.2.1. Encontrar relaciones alométricas que existen entre las variables que contribuyen al volumen del Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow.

4.2.2. Desarrollar ecuaciones y tablas que permitan estimar el volumen del Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow con base en variables de fácil medición.

4.2.3. Validar las ecuaciones y tablas desarrolladas para Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow.

5. METODOLOGIA

5.1. Elección del área para la toma de datos para la elaboración de las tablas de volumen

5.1.1. Criterios para la elección del área

a - Distribución natural de la especie Alnus jorullensis H.B.K., la cual se encuentra más ampliamente distribuida en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, abarcando los departamentos de Guatemala, **Chimaltenango**, Sacatepéquez, Quiché, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango y Huehuetenango, según De la Cruz (8).

b - Esta es una zona de alta importancia como generadora de productos relacionados con la actividad forestal, como por ejemplo la explotación de maderas y derivados de las mismas, como resinas y taninos (16).

c - Esta es un área que a pesar de su gran riqueza forestal está siendo explotada irracionalmente haciendo que se pierda sus recursos naturales, por lo cual es necesario la recuperación y manejo sostenible de los mismos (16).

5.1.2. Localización de los sitios de toma de datos

La localización de estos sitios se realizó con base en los lugares de la distribución natural de Alnus jorullensis ssp. jorullensis dentro de la zona de vida, la presencia de rodales monoespecíficos (rodales de una sola especie arbórea) y los lugares de aprovechamiento forestal. Estos últimos son aquellos que existen actualmente dentro de algunas fincas y que están bajo la supervisión del Instituto Nacional de Bosques (INAB). Es decir quedaron a consideración del plan de cortas que las fincas mismas tienen autorizado.

En base a la disponibilidad de especímenes y representatividad de clase diamétrica así como de la similitud de las condiciones de suelo, pendiente y altitud se delimitaron los sitios de apeo y registro de datos. Además se definieron los especímenes a cubicar (árboles tipo) de acuerdo al criterio de número de árboles por clase diamétrica. Se tomaron en cuenta ciertas características que los árboles debían cumplir como los siguientes:

- a. Que presentaran fustes rectos.
- b. Que presentaran buen estado fitosanitario.
- c. Que no presentaran malformaciones, desrame, ni indicios de quema.
- d. Que su desarrollo fuera bajo condiciones naturales.
- e. Que fueran representativos de la clase a la que pertenecieran.

Se hicieron las anotaciones necesarias correspondientes a tipo de bosque colindante, ríos, quebradas así como caminos de acceso. Esto para posteriormente definir cuáles de estos se usarían como muestra con base en su representatividad y homogeneidad en las condiciones generales de la zona de vida. En resumen se definió con seguridad la delimitación y extensión de los rodales para realizar las cubicaciones.

Para el presente estudio los lugares seleccionados para realizar las cubicaciones fueron 4, tal como se muestran en la Figura 4. En cada sitio en los que se muestreó se obtuvieron volúmenes de todas las clases diamétricas en un número similar. En el Cuadro 4 se presentan las características generales de los cuatro puntos de muestreo.

Cuadro 4 Sitios de Muestreo, Departamento de Chimaltenango. 1998

Lugar	Nombre Finca	Propietario o regente	Altitud del Rodal (msnm)	Extensión Del Rodal (hectareas)	Porcentaje de Pendiente	Número de árboles apeados
Cakquixajaj Tecpán	Mocun Cotoj	Rene Alemán	2,800	1	80	34
Tecpán	Pachalí	Daniel López	2,500	0.5	90	36
Tecpán	Miramar	Daniel López	2,400	1	80	30
San Andrés Itzapa	_____	Mauro Marroquín	2,300	0.5	80	25
					Total	125

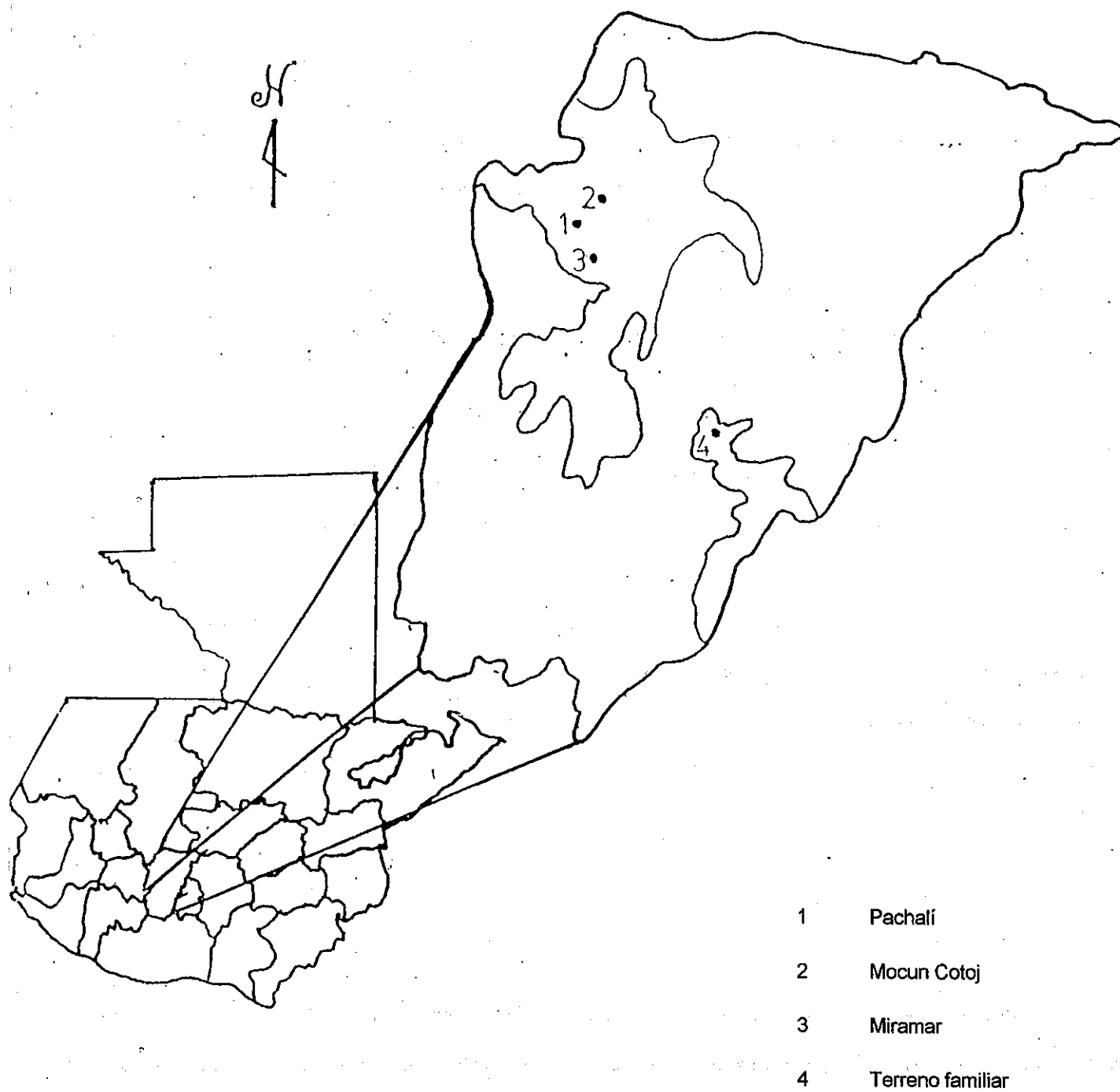


Figura 4 Ubicación de los sitios de muestreo dentro la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango.

Se realizaron reconocimientos en el campo en los lugares propuestos para el apeo y cubicación con el objetivo de verificar la existencia de la especie en estudio en forma de rodales monoespecíficos buscando entre todos los que presentaran mayor homogeneidad en términos de pendiente, suelo, clima y altitud.

Se tomaron muestras florísticas (herborización) en dichos lugares para su determinación botánica en el Herbario de la Facultad de Agronomía y así tener la certeza de haber trabajado con la especie bajo estudio.

5.2. Determinación de las relaciones entre las variables diámetro, altura y volumen

5.2.1. Generación de una base de datos de volumen en función del diámetro y la altura

5.2.1.1. Determinación de las especies

Los especímenes colectados en cada unidad muestral fueron determinadas utilizando inicialmente los descriptores que elaboraron Standley y Steyermark (34).

Dado que hubo material vegetal del género Alnus que en sus caracteres morfológicos no se ajustaba a lo reportado por esos autores (ya que habían materiales que presentaban caracteres morfológicos de más de una especie), se utilizó la clave propuesta por J. Furlow (15), para el género Alnus de la región, la cual es de más reciente publicación. Con el uso de esta se determinó la especie y sub-especie del árbol seleccionado para el estudio.

5.2.1.2. Muestreo

Se utilizó un muestreo selectivo. Al respecto se puede indicar, que el empleo de un muestreo de árboles por tamaño es más eficiente que un muestreo al azar, por que éste último tiende a incluir muchos árboles pequeños y pocos árboles grandes, lo cual no sería representativo para los fines de este estudio.

El tamaño de la muestra se definió de acuerdo al criterio establecido por FAO (11), es decir que el rango de la muestra se encuentra entre 80 y 150 árboles para una tabla de doble entrada como la que se trabajó. El dato escogido fue de 125 árboles para una buena representatividad y exactitud en el trabajo. Además se cubicaron posteriormente otros 10 árboles durante el proceso de validación de las tablas.

5.2.1.3. Cubicación

A. Selección de método Cubicación

El método de cubicación fue el método de Smalian.

ECUACION DE SMALIAN

$$V = \frac{gu + go}{2} \times L$$

Donde:

V = volumen

gu = Area basal mayor

go = Area basal menor

L = Longitud

El intervalo de clase para diámetro se determinó que sería de 5 en 5, lo cual está definido como el intervalo de clase más específico para estos estudios según FAO (12). Esto dio como resultado 10 clases diamétricas tomando como diámetro base el de 10 cm y un diámetro máximo de 60 cm, de las cuales se obtuvo de cada una un número mínimo de 12 árboles para completar 120 árboles, además de 1 árbol extra en las primeras 5 clases diamétricas para un total de 125.

B. Proceso de Cubicación

Previo a apear los especímenes se les midió su diámetro a la altura del pecho y grosor de corteza a esta misma altura, registrándose estos datos en el formulario respectivo. Apeado el árbol, se midió la longitud total. Anotados estos datos se procedió a seccionar el árbol en partes para medir el diámetro y el grosor de corteza de las secciones, empezando desde el corte a nivel del tocón hasta la medida hecha al diámetro a la altura del pecho, y luego sucesivamente cada dos metros en dirección de la copa hasta encontrar diámetros de 20 cm, los cuales están definidos como el diámetro mínimo de uso de las trozas para aserrio. Así mismo los diámetros inferiores se consideraron como útiles para leña. Luego se seguía midiendo a cada metro de longitud ya que de esta forma resultaba mas práctico y exacto. Así se continuaba con las ramas a espaciamientos de un metro hasta llegar a diámetros de 2.5 cm. En este momento se finalizaba la cubicación ya que este fue el diámetro mínimo definido para la leña en el estudio.

Posteriormente a la recopilación de todos estos datos, se ingresaron a una hoja electrónica donde automáticamente fue calculado el volumen de cada árbol utilizando la ecuación de Smalian. A partir de aquí se obtuvieron volúmenes totales y como madera en forma de troza. Esto basado en que el Aliso se utiliza básicamente para madera y leña en Guatemala.

La longitud o altura total, largo del fuste aprovechable y las secciones fueron medidas con cinta métrica. Los diámetros a 1.30 m (diámetro a la altura del pecho) y en las diferentes secciones se midieron con forcípula. La corteza se midió con un calibrador especial para corteza graduado en milímetros.

5.2.2. Procesamiento de la información de la base de datos

El procesamiento de la información de los diferentes volúmenes se llevó a cabo a través de un análisis de Regresión Múltiple tomando en cuenta la base de datos generada a partir de las cubicaciones de la etapa de campo. Este análisis (regresión múltiple) permite hacer predicciones del volumen de un árbol en base a las

medidas de su altura y diámetro a la altura del pecho con base en la relación entre la altura del árbol y el diámetro a la altura del pecho del mismo árbol, mediante un modelo o ecuación matemática que expresa como varía una variable en función del cambio de la(s) otra(s) variable(s).

El proceso básicamente consiste en utilizar el método de los mínimos cuadrados ampliamente descrito en la revisión de literatura (12), así como también algunos análisis de calidad de ajuste de los datos a partir de las fuentes de variación en la regresión múltiple o lo que se da por llamar también Análisis de Varianza el cual se describe en detalle en el Cuadro 1.

El cálculo de las variables se realizó a través del programa computarizado S.A.S. (Statistical Analysis System), obteniendo los coeficientes estadísticos que definieron el modelo o ecuación matemática que mejor se ajustó al comportamiento de las variables bajo estudio y que determinaron en forma más exacta el volumen de los árboles.

Se sometieron al análisis estadístico un total de 17 modelos matemáticos tanto para los datos de volumen total como para volumen aserrable, a los cuales se les determinaron sus respectivos indicadores como lo fueron el coeficiente de determinación ajustado, " r^2 ", su nivel de significancia representado por la Prueba de "F" y el coeficiente de variación "C.V." Al ser sometidos al proceso estadístico cada uno de los modelos se duplicó por haberse analizado con y sin intercepto, dando un total de 34 modelos matemáticos por cada uno de los 2 volúmenes (total y aserrable).

Posteriormente se definieron los 3 modelos matemáticos para cada volumen que presentaban más alto coeficiente de determinación y nivel de significancia. Esto tanto a 5% como a 1% y un coeficiente de variación menor. Estos tres últimos modelos fueron sometidos a posteriores pruebas de residuales y de Durbin-Watson. A partir de este análisis se definió el modelo matemático con mejores condiciones estadísticas para ser el más representativo en los dos volúmenes.

Las ecuaciones matemáticas usadas en la investigación provienen de fuentes bibliográficas forestales (10,11,12). Fueron utilizadas para calcular el volumen en función de las variables independientes "diámetro" y "altura". Están generadas en su mayoría a partir de los modelos matemáticos generales utilizados para regresión. Por ejemplo, los modelos logarítmico y cuadrático. Esto ya que son los que mejor responden al comportamiento de esta clase de variables. El total de las ecuaciones son 17. Cada una de ellas con su intercepto. Sin embargo, el análisis de regresión permite que las ecuaciones puedan ser evaluadas "con" y "sin" intercepto. Así se generan otras 17 ecuaciones pero sin intercepto. Esta mínima variación amplió el número de ecuaciones de 17 a 34.

Cada ecuación, tanto con intercepto y sin él, fue utilizada en los procesos de regresión para volumen total y aserrable. En otras palabras el total de 34 modelos se evaluó para la base de datos de volumen total y posteriormente para la base de datos de volumen aserrable. De esta forma se probaron un total de 34 modelos para volumen total y 34 modelos para volumen aserrable.

Los modelos utilizados para el proceso de regresión fueron los siguientes:

- a. $V = a + b \ln(D) + c \ln(H)$
- b. $V = a + b D^2 H + c D^2$
- c. $V = a + b DH + cD^2$
- d. $V = a + b D^2 + c D H^2$
- e. $V = a + b D^2 + c D^2 H + dDH$
- f. $V = a + b D^2 H$
- g. $V = a + b D^2 + c D H + d D^2 H$
- h. $V = a + b D H + c H + d D^2 H$
- i. $V = a + b H + c D^2 + d D^2 H$
- j. $V = a + b(1/D^2 H)$
- k. $V = a + b(1/D^2) + c(D^2) + d D^2 H$
- l. $V = a + b(1/D) + c(1/H) + d(1/D^2)$

$$m. V = a + b(1/D^2) + c(H/D) + d H$$

$$n. V = a + b(1/H) + c(1/D)$$

$$o. V = a + b \text{Ln}(H) + c D + d H$$

$$p. V = a + b D + c \text{Ln}(D) + d \text{Ln}(H)$$

$$q. V = a + b D^2 H + c D^3$$

Donde:

V = volumen

D = diámetro a la altura del pecho

H = altura total y aserrable (hasta un índice de utilización de 20 cm)

a, b y c = parámetros de regresión estimados

Ln = logaritmo natural.

Cada una de estas ecuaciones matemáticas fue sometida a pruebas de regresión automáticamente, a través del programa estadístico computarizado "S.A.S.". Se relacionó estadísticamente la base de datos de la etapa de campo (cubicaciones), con cada uno de ellos. Se observaron los comportamientos de las variables independientes, "altura" y "diámetro", con el volumen, a través de los indicadores estadísticos: coeficiente de variación, coeficiente de determinación, prueba de significancia "F". Por medio de estos indicadores, se definió las seis ecuaciones que tenían mejores características de ajuste. Tres correspondieron a volumen total y tres a volumen aserrable. Finalmente se sometieron estas seis últimas ecuaciones a las pruebas de, "Sumatoria de cuadrados de los residuales" y de "Durbin-Watson" definiendo así las ecuaciones óptimas para la posterior elaboración de las tablas.

En resumen, de acuerdo a los coeficientes de determinación, prueba de "t" y análisis de varianza y posteriores pruebas de residuales y Durbin-Watson se definieron modelos adecuados que representaron en mejor forma el comportamiento de las variables "diámetro" y "altura" en el cálculo del volumen de los árboles.

5.3. Despliegue de las tablas de volumen

Estos modelos fueron evaluados para luego generar las tablas de volumen para cada tipo de volumen (total y aserrable), auxiliándose nuevamente de la hoja electrónica, en la cual se procesaron los datos correspondientes a diámetro a la altura del pecho, altura y volumen con los modelos de regresión seleccionados para la especie y el tipo de volumen.

Las tablas desplegadas corresponden a: Volumen Total en metros cúbicos y volumen aserrable en metros cúbicos.

5.4. Validación de la tabla de volumen

La validación de la tabla de volumen se realizó a través de medir nuevamente volúmenes de árboles como se hiciera para el análisis de regresión. De esta manera se obtuvieron de nuevo datos de volúmenes los cuales sirvieron para compararlos con sus valores homólogos pero estimados en las tablas.

Así se sometieron ambos a los análisis estadísticos "Prueba de Sesgo", "Error o desviación estándar" y "desviación Media de la estimación" que se mencionan en la revisión de literatura. Se considera que son los más adecuados para validar esta clase de estudios según Ferreira (12).

Hasta el momento no se conoce ningún trabajo de tablas de volumen en Guatemala en el que se validara una tabla de la manera como se hizo en este trabajo. Esto es debido a que las pruebas de validación solo se han hecho para algunas clases diamétricas. No se ha tomado en cuenta la posibilidad que exista variación en algunas de ellas. De esta forma se incurre en un error.

En este caso, para la validación se tomaron diez árboles, uno por cada clase diamétrica como parte de la metodología establecida por FAO (11).

5.4.1. Prueba de Sesgo (Desviación agregada):

Para esta prueba de validación se obtuvieron las sumatorias de los volúmenes reales de diez árboles. Estos son árboles independientes de los árboles usados en la regresión.

Como se aprecia en la Ecuación 1, se le restó a la sumatoria de volúmenes reales los volúmenes estimados para luego dividir el resultado entre el mismo volumen real. Finalmente se multiplico por cien para obtener el dato en porcentaje.

Ecuación 1

$$S(\%) = \frac{\sum Vr - \sum Ve}{\sum Vr} \times 100$$

Donde:

S(%) = sesgo en porcentaje

$\sum Vr$ = Suma de volumen promedio medido

$\sum Ve$ = Suma de volumen estimado por tabla de volumen

Según el criterio de validación (12), "la desviación agregada es una indicación de la ausencia de sesgo en las tablas de volumen y no debe exceder el 1 %".

5.4.2. Error o desviación estándar de la estimación:

En esta prueba se midió las desviaciones cuadradas de los volúmenes reales y estimados a través de sus medias. El criterio de interpretación define que la mejor ecuación, tabla o valor es aquella en que menos se desvíen los volúmenes estimados de los reales. En otras palabras el dato menor.

Ecuación 2

$$S_{xy}(\%) = \sqrt{\frac{\sum (Vr - Ve)^2}{n - 1}}$$

Donde:

Sxy (%) = sesgo en porcentaje

Vr = Suma de volumen promedio medido

Ve = Suma de volumen estimado por tabla de volumen

N = numero de datos

El proceso mecánico consistió en calcular la diferencia entre los volúmenes reales y estimados, elevar al cuadrado este resultado para luego obtener la sumatoria. Luego se dividió entre "n-1" que para el estudio fue de 10-1=9 y a esto se le extrajo la raíz cuadrada.

5.4.3. Desviación media (%):

Se define como el cociente de la suma de las diferencias de los volúmenes reales y los estimados (no se toma en cuenta el signo) y la suma de los volúmenes estimados. Esto es dividido entre el número total de datos y expresados en porcentaje. Indica la variabilidad esperada en los datos utilizados, la cual puede en ocasiones alcanzar el 10 %. La misma se muestra como la Ecuación 3.

Ecuación 3

$$\text{Desviación Media (\%)} = \left(\frac{\sum (Vr - Ve)}{\sum Ve} \right) \times 100$$

Donde:

Vr = Suma de volumen promedio medido

Ve = Suma de volumen estimado por tabla de volumen

n = numero de datos

El proceso mecánico del cálculo de estos valores se puede apreciar en el Cuadro 14.A.

6. RESULTADOS

6.1. Relaciones entre diámetro, altura y volumen de Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow

Inicialmente, se generó una colección de datos a partir de cubicaciones hechas en el campo. Esto para luego relacionar esta base de datos con las ecuaciones matemáticas a través de la regresión múltiple. Se cubicaron 125 árboles. Los datos primarios de diez árboles representativos de las clases diamétricas se encuentran en el Cuadro 15.A, como ejemplo del proceso de cálculo de los volúmenes. En una forma resumida, en el Cuadro 5 se puede ver los promedios de los diámetros, alturas y volúmenes total y maderable de los 125 árboles muestreados.

Cuadro 5 Características y resultados promedio de los árboles muestra

de Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow, Chimaltenango. 1998

Clase diamétrica en centímetros	Arboles muestra	Diámetro en centímetros	Altura en metros	Volumen Total metros cúbicos	Volumen aserrable metros cúbicos
10-14.9	13	12.56	10.53	0.075	0.002
15-19.9	13	16.81	13.51	0.182	0.005
20-24.9	13	22.23	16.16	0.326	0.106
25-29.9	13	27.9	19.36	0.838	0.481
30-34.9	13	32.86	23.31	0.938	0.616
35-39.9	12	36.84	24.3	1.160	0.777
40-44.9	12	45.73	26.79	1.704	1.183
45-49.9	12	47.27	23.85	2.181	1.246
50-54.9	12	52.09	23.07	2.519	1.464
55-60	12	57.67	29.11	3.04	2.188
Totales	125				

A partir de estos datos se elaboraron las gráficas de dispersión de volumen total contra altura y diámetro que se pueden apreciar en los apéndices, Figuras 5A y 6A. Al ver estas gráficas se puede apreciar el comportamiento parabólico de los valores de volumen contra las otras dos variables. Por lo que podría esperarse que un modelo cuadrático fuera el óptimo.

Es importante señalar que en el presente estudio no se tomaron en cuenta los efectos de la calidad de sitio. Esta incide directamente en el desarrollo volumétrico. Sin embargo no fue el propósito de la investigación estudiar este punto en particular. Tomando en cuenta lo anterior sería muy valioso un estudio que precisamente tuviera por objetivo principal, estudiar la relación entre la calidad de sitio y el desarrollo volumétrico de la especie así como proveer de información para la elaboración de tablas más específicas.

6.2. Selección de Modelos matemáticos que representan en mejor forma las relaciones entre diámetro altura y volumen

A partir de la colección de datos se procedió a aplicar el análisis estadístico de regresión múltiple. Se sometieron los 17 modelos "con" y "sin" intercepto a las pruebas estadísticas de "Coeficiente de Correlación Ajustado" (r^2), "Coeficiente de Variación" (C.V.), y "Nivel de Significancia" (F). Estos modelos con sus respectivos indicadores estadísticos se pueden ver en el Cuadro 16.A. De los 17 modelos evaluados se escogieron solo los tres que presentaron mejores indicadores estadísticos tanto para volumen total como para volumen aserrable y que se ven en el Cuadro 6.

Analizando cada uno de los 34 modelos se eligieron aquellos que presentaron menores valores de coeficiente de variación (CV) y los valores más altos para el coeficiente de determinación R^2 y nivel de Significancia "F".

Cuadro 6 Resumen del análisis de varianza de los modelos matemáticos que presentaron mejores indicadores estadísticos.

Modelo para volumen total	R ²	C.V.	F.
$V = -0.000567D^2 - 0.002262H + 0.000016136D^2H$ (4.102)* (-0.613) (3.380)	0.9497	29.57	787
$V = -0.002262(1/D^2) + 0.000567D^2 + 0.00001613D^2H$ (-0.613) (4.102) (3.380)	0.9497	29.57	787
$V = 0.000016737D^2H + 0.000526D$ (3.591) (4.358)	0.9508	29.49	1187
Modelo para volumen aserrable			
$V = 0.000023099D^2H$ (45.366)	0.9304	32.91	1364
$V = 0.000105D^2 + 0.000544H + 0.00001885D^2H$ (3.586) (-0.280) (2.685)	0.9320	33.02	451
$V = 0.00001876D^2H + 0.000114D^2$ (2.337) (10.274)	0.9306	32.86	684

* = Entre paréntesis aparecen los valores de la t de student

Donde:

- R² = Coeficiente de correlación
- C.V. = Coeficiente de variación
- F = Prueba de nivel de significancia
- V = Volumen
- D = Diámetro
- H = Altura

Se puede ver en el Cuadro 6 que todas las ecuaciones son de tipo cuadrático. O sea que el comportamiento de los volúmenes con respecto a las variables "diámetro" y "altura" es parabólico.

Según el criterio de interpretación se deduce que el modelo $V = 0.000016737D^2H + 0.000526D$ para estimar el volumen total es el más adecuado debido a que por sus valores de "R²", "C.V." y "F", explica en mejor forma la variación de los datos estimados por medio del modelo matemático. Al mismo tiempo la variabilidad de los datos estimados con relación a los reales es también la menor (C.V.).

En lo referente al volumen maderable o aprovechable, es el modelo $V = 0.000105D^2 + 0.000544H + 0.00001885D^2H$ el que mejor explica la variación de los datos estimados a través del modelo matemático (R^2), pero el coeficiente de variación es un poco más alto que los otros dos. Por otro lado el modelo $V = 0.00001876D^2H + 0.000114D^2$ podría presentar una mejor combinación de estos dos indicadores. Aunque su R^2 no es el más alto, su C.V. si es el más bajo y tiene mayor significancia por lo que podría ser el que mejor represente el comportamiento de los datos estimados.

A continuación estos mismos modelos fueron sometidos nuevamente a pruebas estadísticas de bondad de ajuste como la de suma de Residuales al cuadrado y la de Durbin-Watson presentando los resultados observados en el Cuadro 7.

Cuadro 7 Resumen de los resultados de las pruebas de bondad de ajuste de los modelos seleccionados

Modelo para volumen total	SRC	D ¹
$V = -0.000567D^2 - 0.002262H + 0.000016136D^2H$ (4.102) * (-0.613) (3.380)	17.456	1.9849
$V = -0.002262(1/D^2) + 0.000567D^2 + 0.00001613D^2H$ (-0.613) (4.102) (3.380)	17.456	1.9849
$V = 0.000016737D^2H + 0.000526D^2$ (3.591) (4.359)	17.445	2.0081
Modelo para volumen aserrable		
$V = 0.000023099D^2H$ (45.366)	9.7351	2.170
$V = 0.000105D^2 + 0.000544H + 0.00001885D^2H$ (3.586) (-0.280) (2.685)	9.6595	2.100
$V = 0.00001876D^2H + 0.000114D^2$ (2.337) (10.274)	9.667	2.123

* entre paréntesis aparecen los valores de la t de student

1 Los valores críticos de la prueba de Durbin-Watson para el número de regresores 1, 2, y 3 y un número de observaciones de 125 fueron los siguientes: 3 regresores, $du = 1.6$, $(4 - du) = 2.4$; 2 regresores, $du = 1.58$, $(4 - du) = 2.42$; 1 regresor, $du = 1.56$, $(4 - du) = 2.44$. Donde du = límite superior de la tabla del estadístico Durbin-Watson (25).

Donde:

SRC = Sumatoria de residuales al cuadrado

D = Indicador de Durbin - Watson

Se analizó cada uno de los modelos de acuerdo a los indicadores presentados en el cuadro 8. Para los modelos de volumen total, es el modelo $V = 0.000016737D^2H + 0.000526D^2$ el que presenta la mejor combinación de indicadores estadísticos. Según se aprecia la Sumatoria de los residuales al cuadrado, es la menor de los modelos y al mismo tiempo su indicador de Durbin-Watson es el que más se aproxima a el valor de dos el cual nos indica que los seis modelos propuestos no presentan auto correlación positiva ni negativa. Todos los valores de Durbin-Watson están dentro del área de no autocorrelación tanto positiva como negativa.

En relación al volumen maderable, es el segundo modelo el que presenta mejor combinación de los indicadores estadísticos. La Sumatoria de residuales al cuadrado es la menor, al mismo tiempo que su valor de Durbin-Watson es el más cercano de todos a dos, indicándonos que existe en este caso la menor autocorrelación en serie.

Al hacer este análisis quedan definidos los modelos matemáticos mejor ajustados al comportamiento del volumen en función del diámetro y la altura. Así queda explicado en mejor forma las relaciones alométricas por medio de las ecuaciones presentadas en el Cuadro 8.

Cuadro 8 Modelos matemáticos que representan en mejor forma las relaciones entre el diámetro, la altura y el volumen en Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en 1998.

Producto	Ecuaciones
Volumen total	$V = 0.000016737D^2H + 0.000526D^2$ (3.591)* (4.358)
Volumen maderable	$V = 0.000105D^2 + 0.000544H + 0.00001885D^2H$ (3.586) (-0.280) (2.685)

* entre paréntesis aparecen los valores de la t de student

6.3. Despliegue de las tablas de volumen para Alnus jorullensis ssp jorullensis Furlow.

Para la construcción de la tabla, se utilizaron los modelos matemáticos presentados en el cuadro 8. Se hizo uso de una hoja electrónica para el despliegue de las tablas usando como ecuación del mismo los modelos matemáticos seleccionados. El Cuadro 10 presenta la tabla de volumen total en metros cúbicos, el Cuadro 11 de volumen aserrable en metros cúbicos.

6.4. Validación de las tablas de volumen

Se cubicaron los diez árboles para la validación de las tablas, sus datos son presentados en el Cuadro 9.

Cuadro 9 Árboles usados en la validación de las tablas de volumen para árboles individuales de Alnus jorullensis ssp jorullensis Furlow en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en Chimaltenango.

Arboles.	DAP	ALTURA	VOL. REAL
1	12	10	0.159
2	16	13	0.147
3	22	16	0.287
4	27	19	0.651
5	32	23	0.95
6	36	24	1.47
7	44	26	1.3
8	49	28	2.456
9	54	30	3.005
10	59	33	4.12

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho

VOL.REAL = Volumen Real

Los valores de volumen real fueron calculados para compararlos posteriormente con sus homólogos pero estimados por las tablas de volumen. Los cálculos específicos de las pruebas de validación en la que se usaron estos árboles se pueden apreciar en el Cuadro 14.A.

Las tablas de volumen fueron validadas de acuerdo a las pruebas definidas para el efecto. Los resultados se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12 Resumen de las pruebas de validación de las tablas de volumen.

Tipo de Tabla	Error estándar de la estimación	Desviación agregada	Desviación Media en porcentaje
Vol. Total m ³	0.2455	0.8242	2.5432
Vol. Aserrable m ³	0.0349	0.2744	4.9826

Se puede observar que las tablas presentan indicadores estadísticos que están dentro de los rangos aceptables. La tabla de volumen total en metros cúbicos presentó en la desviación estándar de la estimación un valor de 0.2455 el cual es inferior a uno. El valor de uno es considerado como el límite, bajo el cual deben estar los valores estadísticos para ser considerados como aceptables. La tabla por consiguiente se encuentra dentro de este límite.

La segunda prueba es la desviación agregada cuyo valor máximo es también de uno. Al observar el dato presentado por la tabla de volumen total que fue de 0.8242, se puede ver que está también dentro de los rangos aceptables pues no sobrepasa el valor de uno.

Finalmente para la tabla de volumen total la desviación media debe ser no mayor del 10 %. El dato registrado para la misma que fue de 2.5432 se encuentra perfectamente dentro del rango permitido.

Las tres pruebas realizadas a la tabla de volumen total evidencian que la misma se ajusta en buen grado a la realidad. Sus valores estimados son estadísticamente aceptables para ser tomados como reales.

Para la tabla de volumen aserrable los indicadores fueron semejantes. El valor del error estándar de la estimación fue de 0.0349 que está muy por debajo del valor máximo que es uno. Este nos indica que los valores estimados de volumen conllevan un error promedio bastante bajo en comparación con los valores reales obtenidos a partir de las tablas.

El siguiente estimador que es la desviación agregada fue de 0.2744 el cual también se encuentra por debajo de uno. Este es también mucho menor en comparación con el de la tabla de volumen total. Nos indica que las desviaciones agregadas por los datos estimados con relación a los reales son mínimas.

Finalmente, la desviación media reportó un dato de 4.9826 % el cual esta por debajo de su límite que es del 10%. Aunque es mayor que el valor reportado por la tabla de volumen total, por ser menor que 10% se considera aceptable. Podría concluirse que este indicador es consecuente con los dos anteriores ya que refleja en promedio que la desviación de los datos estimados de los reales no es significativa.

Habiéndose obtenido los anteriores resultados se puede concluir que los datos obtenidos en las tablas son estadísticamente iguales a los datos reales obtenidos en el campo. Las pruebas realizadas confirman lo anterior. Son tablas confiables y exactas. Las mismas reflejan en alto grado que son muy apegadas a la realidad. Por consiguiente quedan plenamente validadas para ser usadas con confianza.

7.CONCLUSIONES

7.1. Las ecuaciones matemáticas que representan en mejor forma las relaciones entre las variables: volumen (V), diámetro (D) y altura (H), para la especie Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango, son:

$$\text{Volumen Total} = 0.000016737D^2H + 0.000526D^2$$

$$\text{Volumen maderable} = 0.000105D^2 + 0.000544H + 0.00001885D^2H$$

7.2. Se elaboraron las tablas de volumen total y aserrable en función del diámetro entre el rango de 10 y 60 cm, y la altura entre 8 y 35 m para Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow.

7.3. Con base en los indicadores estadísticos, "Error estándar de la estimación", "Desviación agregada" y "Desviación media", se puede concluir que las tablas son confiables y pueden ser usadas satisfactoriamente bajo condiciones ecológicas y silvícolas similares a las del área de estudio.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1. Utilizar las tablas de volumen de la especie *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* Furlow para la zona de vida Bosque Muy Húmedo Motano Bajo Sub-tropical, únicamente en los lugares donde esta especie se distribuye naturalmente.

- 8.2. Realizar estudios complementarios para *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* Furlow a diferentes índices de sitio para establecer el efecto del mismo en el desarrollo volumétrico de la especie y construir tablas de volumen más específicas.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, O. 1991. Elaboración de tablas de producción en base a parcelas temporales de muestreo. Madrid, España, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria. 77 p.
2. BARRIOS, J.M. 1994. Elaboración de tablas de volumen locales para Pinus maximinoii H.E. Moore en el bosque de la finca Chaculá, Nentón, Huehuetenango. EPSA-II. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
3. BILLINGS, W.D. 1985. Las plantas y el ecosistema. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 5 p.
4. BRUCE, D.; SCHUMACHER, F. 1965. Medición forestal. Madrid, España, s.n. 110 p.
5. CAMACHO, M.P.; MURILLO, G.O. 1986. Algunos resultados preliminares de la epidemiología del Jaúl: Alnus acuminata HBK Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Facultad de Ingeniería Forestal. 110 p.
6. CASTILLO CONTRERAS, D.A. 1993. Tablas de producción preliminares para cipres: Cupresus lucitanica Miller. estudio de caso en la finca Florencia, Santa Lucia Milpas Altas Sacatepeques y finca Santa Isabel Fraijanes, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.
7. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (C.R.). 1987. Silvicultura para especies promisorias para leña. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 115 p.
8. CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. ESCOBEDO LOPEZ, M.A. 1995. Tablas de volumen para Pinus oocarpa Schiede a distintos índices de utilización en la finca forestal Chaculá, colonia Nueva Esperanza, Nentón, Huehuetenango. EPSA-II. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 61 p.
10. FAO (Italia). 1974. Manual de inventario forestal con especial referencia a los bosques tropicales. Italia, FAO. 195 p.
11. _____. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento; estimación del volumen. Italia, FAO. v. 1, 92 p.

12. FERREIRA ROJAS, O. 1996. La ciencia y la estadística: validación de tablas de volumen; taller para el procesamiento de datos de investigación forestal; Proyecto 7-Procafor. Honduras, Centro de Manejo, Aprovechamiento y Pequeña Industria Forestal. 131 p.
13. FONT QUER, C. 1983. Diccionario de botánica. España, Labor. 349 p.
14. FRESSE, F. 1967. Métodos estadísticos elementales para técnicas forestales. México, Publicidad Litográfica. 104 p.
15. FURLOW, J.J. 1979. The systematics of the american species of *Alnus* (Betulaceae). *Journal of the New England Botanical Club Rhodora*. (EE.UU), 81 (1):1-121.
16. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v. 1, p. 275-290.
17. _____. 1970. Mapa básico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color.
18. _____. 1970. Mapa de formas de la tierra de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color.
19. _____. 1984. Mapa topográfico de Tecpán Guatemala; hoja cartográfica no. 2060 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
20. _____. 1984. Mapa topográfico de Chimaltenango; hoja cartográfica no.2059 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
21. _____. 1983. Mapa topográfico de San Juan Sacatepequez; hoja cartográfica no. 2060 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
22. GUATEMALA. LEYES, DECRETOS, ETC. 1989. Ley de áreas protegidas y su reglamento. Guatemala, Consejo Nacional de Areas Protegidas. 68 p.
23. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. UNIDAD DE POLITICAS E INFORMACION ESTRATEGICA; PLAN DE ACCION FORESTAL PARA GUATEMALA; INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES. Política forestal para Guatemala, 1998. Documento borrador, Guatemala. 32 p.
Sin Publicar
24. GUATEMALA. PLAN DE ACCION FORESTAL DE GUATEMALA. 1994. La deforestación en Guatemala: causas y soluciones. Guatemala. 4 p.

25. HOEL, P. 1988. Estadística elemental. México, CECSA. 388 p.
26. HUSCH, B.; MILLER, C. 1972. Forest mensuration. New York, Ronald Press C. 410 p.
27. JAUL, ESPECIES forestales tropicales. s.f. Costa Rica, Editorial Tecnológica. 12 p.
28. JIMENEZ, P. 1988. Aplicación de un modelo matemático para elaborar tablas y tarifas de volumen; reporte científico. México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 43 p.
29. LEMUS ARANA, R.A. 1997. Elaboración de tablas de volumen de Pinus maximinoii H.E. MOORE, en los departamentos de Alta Verapáz y Baja Verapáz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad, Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 59 p.
30. MACKAY, E. 1964. Dasometría; teoría y técnica de las mediciones forestales. Madrid, España, ETSIM. 750 p.
31. MARTINEZ, I. 1977. Elaboración de tablas de volumen local para Pinus rudis Endl. en el bosque municipal de San Juan Ixcoy, Hueuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 63 p.
32. RAMIREZ, H. 1998. Estudio de las comunidades de aliso (Alnus spp.) en el departamento de Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 125 p.
33. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. p. 139-140.
34. STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. 1952. Flora of Guatemala. Chicago, Estados Unidos, Field Museum of Natural History. Fieldiana: Botany. v. 24, pt. 3. p. 359-369.
35. VELIZ PEREZ, M.E. 1989. Caracterización de la comunidad de canac (Chiranthodendrom pentadactylon Larreategi) en el volcán de Acatenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 112 p.
36. _____. 1997. Las orquídeas, Orchidiaceae, del volcán de Acatenango. Revista de Ciencia y Tecnología. (Gua) 2(2):29-78.

Va. Bº

Miriam De La Roca



10. APENDICES

Cuadro 13. A. Boleta de Campo

No. de árbol _____ No. de sitio _____		Fecha _____ DAP _____	
Altura total _____ Altura aserrable _____		Volumen total _____ Volumen aserrable _____	
Diámetro cm	Espesor de la corteza cm	Volumen total m ³	Volumen aserrable m ³
D1:			
D2:			
D3:			
D4:			
D5:			
D6:			
D7:			
D8:			
D9:			
D10:			
D11:			
D12:			
D13:			
D14:			
D15:			
D16:			
D17:			
D18:			
D19:			
D20:			
D21:			
D22:			

Distribución de los volúmenes totales con respecto al diámetro.

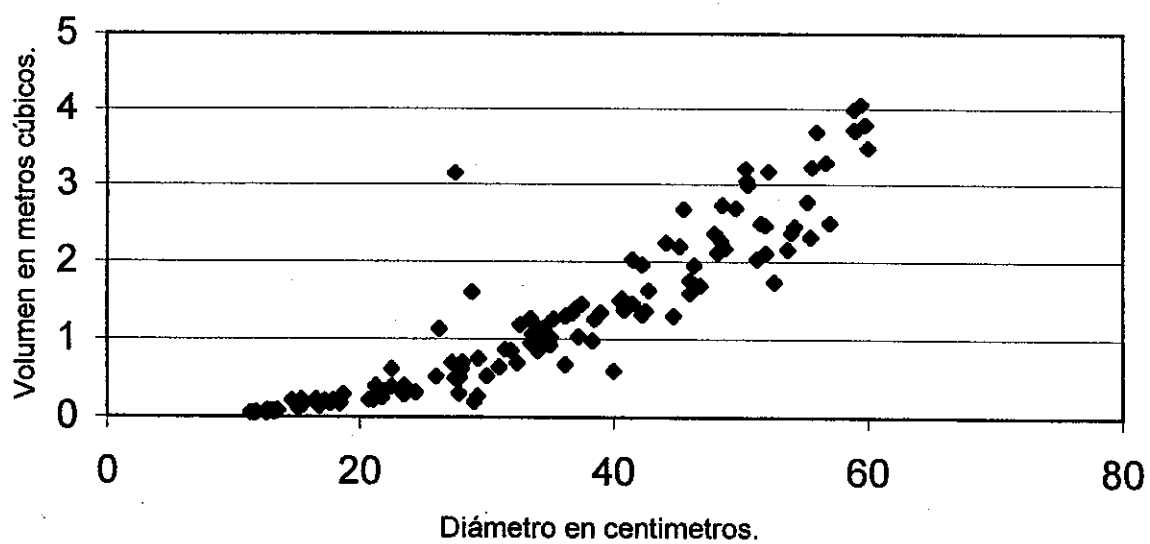


Figura 5.A Distribución de volúmenes totales de *Alnus jorullensis* ssp. *zorullensis* Furlow, en función del diámetro en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango, 1998.

Distribución de volúmenes totales con respecto a la altura.

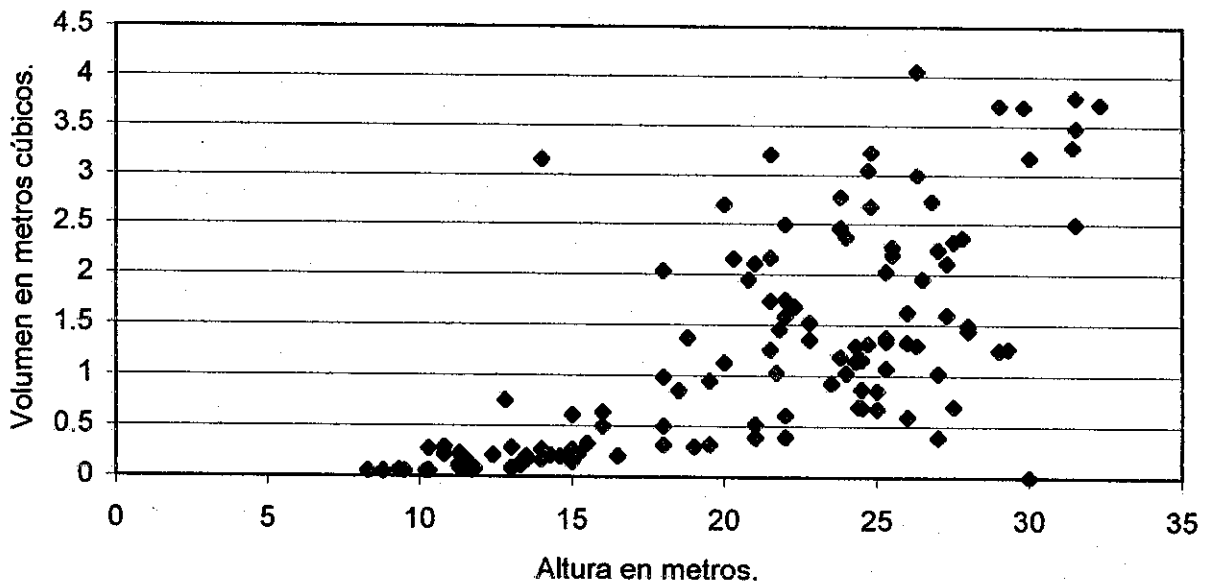


Figura 6.A Distribución de volúmenes totales de *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* Furlow en función de la altura en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical en el departamento de Chimaltenango, 1998.

Cuadro 15.A Datos primarios de árboles representativos de las clases diamétricas utilizados en la elaboración de tablas de volumen de *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* Furlow, en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical en el departamento de Chimaitenango.

Clase diamétrica : 10 - 14.99 cm											
Arbol # 30	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
Dap 11.35 cm	0.122	0.127	0.1245		0.1245	0.0121739	0.0121739	0.01448955	0.01448955	0.05607943	
Altura 10.3	0.111	0.116	0.1135		0.1135	0.01011772	0.01011772	0.01640897	0.01640897		
	0.086	0.093	0.0895		0.0895	0.00629125	0.00629125	0.01036276	0.01036276		
	0.073	0.071	0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00552372	0.00552372		
	0.042	0.044	0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.00220697	0.00220697		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.028		0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575		
			0.028		0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.027		0.027	0.00057256	0.00057256	0.00057256	0.00057256		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.027		0.027	0.00057256	0.00057256	0.00057256	0.00057256		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		

Clase diamétrica : 15 - 19.99 cm											
Arbol # 14	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
Dap 16.55cm	0.235	0.216	0.2255	0.006	0.2135	0.03993779	0.0358003	0.03994256	0.03725319	0.22528302	0.03725319
Alt 15.2 mt	0.16	0.171	0.1655		0.1655	0.0215123	0.0215123	0.03593244	0.03593244		
	0.136	0.135	0.1355		0.1355	0.01442014	0.01442014	0.02601441	0.02601441		
	0.126	0.117	0.1215		0.1215	0.01159427	0.01159427	0.02058632	0.02058632		
	0.106	0.108	0.107		0.107	0.00899204	0.00899204	0.01453383	0.01453383		
	0.084	0.084	0.084		0.084	0.00554178	0.00554178	0.00774797	0.00774797		
			0.053		0.053	0.00220619	0.00220619	0.00176322	0.00176322		
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.0165256	0.0165256		
			0.201		0.201	0.03173095	0.03173095	0.03173095	0.03173095		
			0.048		0.048	0.00180956	0.00180956	0.00180956	0.00180956		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.038		0.038	0.00113412	0.00113412	0.00113412	0.00113412		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.036		0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.024		0.024	0.00045239	0.00045239	0.00045239	0.00045239		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.027		0.027	0.00057256	0.00057256	0.00057256	0.00057256		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.045		0.045	0.00159044	0.00159044	0.00159044	0.00159044		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
			0.05		0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		

Clase diamétrica : 20 - 24.99 cm											
Arbol # 13	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
Dap 21.25cm	0.235	0.25	0.2425	0.007	0.2285	0.04618643	0.0410075	0.0530739	0.04717751	0.39214502	0.10650996
Alt 22 mt	0.205	0.22	0.2125	0.006	0.2005	0.03546572	0.03157328	0.06688172	0.05933245		
	0.2	0.2	0.2	0.006	0.188	0.031416	0.02775918	0.056581	0.05292418		
	0.179	0.179	0.179		0.179	0.025165	0.025165	0.04577704	0.04577704		
	0.162	0.162	0.162		0.162	0.02061204	0.02061204	0.03578675	0.03578675		
	0.139	0.139	0.139		0.139	0.01517471	0.01517471	0.02844797	0.02844797		
	0.13	0.13	0.13		0.13	0.01327326	0.01327326	0.02176815	0.02176815		
	0.104	0.104	0.104		0.104	0.00849489	0.00849489	0.01485663	0.01485663		
			0.09		0.09	0.00636174	0.00636174	0.00538981	0.00538981		
			0.075		0.075	0.00441788	0.00441788	0.00418854	0.00418854		
			0.071		0.071	0.0039592	0.0039592	0.00353823	0.00353823		
			0.063		0.063	0.00311725	0.00311725	0.00246341	0.00246341		
			0.048		0.048	0.00180956	0.00180956	0.00150208	0.00150208		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00090517	0.00090517		
			0.028		0.028	0.00061575	0.00061575	0.0009362	0.0009362		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00142354	0.00142354		
			0.045		0.045	0.00159044	0.00159044	0.00159044	0.00159044		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.02		0.02	0.00031416	0.00031416	0.00031416	0.00031416		
			0.055		0.055	0.00237584	0.00237584	0.00237584	0.00237584		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846		
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832		
			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832		
			0.02		0.02	0.00031416	0.00031416	0.00031416	0.00031416		
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744		
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.02		0.02	0.00031416	0.00031416	0.00031416	0.00031416		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		

Clase diamétrica: 25 - 29.99 cm											
Arbol # 19	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
Dap 26 cm	0.285	0.242	0.2635	0.005	0.2535	0.05453209	0.05047157	0.06995633	0.06420493	0.51387659	0.21923366
Altura 21 mt	0.271	0.249	0.26	0.006	0.248	0.05309304	0.04830524	0.0960984	0.08771347		
	0.247	0.221	0.234	0.005	0.224	0.04300536	0.03940823	0.07333142	0.06731528		
	0.184	0.209	0.1965	0.004	0.1885	0.03032606	0.02790703	0.05662832	0.05420929		
	0.183	0.183	0.183		0.183	0.02630226	0.02630226	0.05090806	0.05090806		
	0.171	0.193	0.177		0.177	0.0246058	0.0246058	0.04547309	0.04547309		
	0.161	0.165	0.163		0.163	0.02086729	0.02086729	0.03648183	0.03648183		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

	0.144	0.138	0.141		0.141	0.01561454	0.01561454	0.01979993	0.01979993		
	0.077	0.069	0.073		0.073	0.0041854	0.0041854	0.0081446	0.0081446		
			0.071		0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592		
			0.059		0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398		
			0.051		0.051	0.00204283	0.00204283	0.00204283	0.00204283		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.061		0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.062		0.062	0.00301908	0.00301908	0.00301908	0.00301908		
			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.067		0.067	0.00352566	0.00352566	0.00352566	0.00352566		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.051		0.051	0.00204283	0.00204283	0.00204283	0.00204283		
			0.075		0.075	0.00441788	0.00441788	0.00441788	0.00441788		
			0.089		0.089	0.00622115	0.00622115	0.00622115	0.00622115		
			0.036		0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.054		0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.053		0.053	0.00220619	0.00220619	0.00220619	0.00220619		
			0.058		0.058	0.00264209	0.00264209	0.00264209	0.00264209		
			0.054		0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023		

Clase diamétrica: 30 - 34.99 cm												
Arbol #	8	Diámetros	Día med cc	Espe de Cort	Día med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.	
Dap 31.5 cm		0.314	0.314	0.314	0.013	0.288	0.0774373	0.06514422	0.1009896	0.08617051	0.86530711	0.61946261
Alt 24.5 mt		0.315	0.315	0.315	0.011	0.293	0.07793132	0.0674258	0.14814686	0.13121992		
		0.299	0.299	0.299	0.007	0.285	0.07021555	0.06379412	0.12128618	0.1101712		
		0.238	0.272	0.255	0.006	0.243	0.05107064	0.04637708	0.09100842	0.08084849		
		0.251	0.2	0.2255	0.008	0.2095	0.03993779	0.0344714	0.07135379	0.0610619		
		0.2	0.2	0.2	0.008	0.184	0.031416	0.0265905	0.06051998	0.05161511		
		0.2	0.185	0.1925	0.007	0.1785	0.02910398	0.02502461	0.05745692	0.04825988		
		0.21	0.17	0.19	0.009	0.172	0.02835294	0.02323527	0.05883353	0.05011559		
		0.218	0.176	0.197	0.006	0.185	0.03048059	0.02688032	0.0441654	0.04056512		
		0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.01368481	0.01368481	0.01976695	0.01976695		
				0.088	0.088	0.088	0.00608214	0.00608214	0.01086051	0.01086051		
				0.078	0.078	0.078	0.00477837	0.00477837	0.00574049	0.00574049		
				0.035	0.035	0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
				0.049	0.049	0.049	0.00188575	0.00188575	0.00188575	0.00188575		
				0.044	0.044	0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
				0.042	0.042	0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
				0.032	0.032	0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
				0.028	0.028	0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575		
				0.059	0.059	0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398		
				0.05	0.05	0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635		
				0.049	0.049	0.049	0.00188575	0.00188575	0.00188575	0.00188575		
				0.069	0.069	0.069	0.00373929	0.00373929	0.00373929	0.00373929		
				0.064	0.064	0.064	0.003217	0.003217	0.003217	0.003217		
				0.039	0.039	0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
				0.03	0.03	0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
				0.039	0.039	0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
				0.03	0.03	0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
				0.046	0.046	0.046	0.00166191	0.00166191	0.00166191	0.00166191		
				0.043	0.043	0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522		
				0.032	0.032	0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
				0.046	0.046	0.046	0.00166191	0.00166191	0.00166191	0.00166191		
				0.061	0.061	0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247		
				0.04	0.04	0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
				0.026	0.026	0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
				0.036	0.036	0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		

Donde: Día med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Día med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832		
			0.059		0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398		
			0.055		0.055	0.00237584	0.00237584	0.00237584	0.00237584		
			0.074		0.074	0.00430085	0.00430085	0.00430085	0.00430085		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.084		0.084	0.00554178	0.00554178	0.00554178	0.00554178		
			0.043		0.043	0.00145222	0.00145222	0.00145222	0.00145222		
			0.095		0.095	0.00708824	0.00708824	0.00708824	0.00708824		
			0.081		0.081	0.00515301	0.00515301	0.00515301	0.00515301		
			0.074		0.074	0.00430085	0.00430085	0.00430085	0.00430085		

Clasa diamétrica: 35 - 39.99 cm											
Árbol # 7	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
Dap 35.3 cm	0.446	0.409	0.4275	0.025	0.3775	0.14353676	0.11192441	0.15691303	0.12340622	1.25712924	0.57394897
Alt 21.5 mt	0.34	0.366	0.353	0.019	0.315	0.09786791	0.07793132	0.17955442	0.14061114		
	0.325	0.32	0.3225	0.02	0.2825	0.08168651	0.06267983	0.15403147	0.12142952		
	0.282	0.325	0.3035	0.015	0.2735	0.07234496	0.05874969	0.13066582	0.10647236		
	0.255	0.29	0.2725	0.013	0.2465	0.05832086	0.04772267	0.10546449	0.08202973		
	0.221	0.269	0.245	0.018	0.209	0.04714364	0.03430706	0.07416945	0.06133287		
	0.176	0.195	0.1855		0.1855	0.02702581	0.02702581	0.04972367	0.04972367		
	0.17	0.17	0.17		0.17	0.02269806	0.02269806	0.0322014	0.0322014		
			0.11		0.11	0.00950334	0.00950334	0.01443133	0.01443133		
			0.157		0.157	0.01935932	0.01935932	0.01673098	0.01673098		
			0.134		0.134	0.01410264	0.01410264	0.01474824	0.01474824		
			0.14		0.14	0.01539384	0.01539384	0.00906391	0.00906391		
			0.059		0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398		
			0.097		0.097	0.00738983	0.00738983	0.00738983	0.00738983		
			0.092		0.092	0.00664763	0.00664763	0.00664763	0.00664763		
			0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151		
			0.056		0.056	0.00246301	0.00246301	0.00246301	0.00246301		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.086		0.086	0.00580882	0.00580882	0.00580882	0.00580882		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.068		0.068	0.00363169	0.00363169	0.00363169	0.00363169		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.083		0.083	0.00541062	0.00541062	0.00541062	0.00541062		
			0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151		
			0.068		0.068	0.00363169	0.00363169	0.00363169	0.00363169		
			0.102		0.102	0.0081713	0.0081713	0.0081713	0.0081713		
			0.094		0.094	0.00693979	0.00693979	0.00693979	0.00693979		
			0.094		0.094	0.00693979	0.00693979	0.00693979	0.00693979		
			0.078		0.078	0.00477837	0.00477837	0.00477837	0.00477837		
			0.094		0.094	0.00693979	0.00693979	0.00693979	0.00693979		
			0.084		0.084	0.00554178	0.00554178	0.00554178	0.00554178		
			0.097		0.097	0.00738983	0.00738983	0.00738983	0.00738983		
			0.058		0.058	0.00264209	0.00264209	0.00264209	0.00264209		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.101		0.101	0.00801187	0.00801187	0.00801187	0.00801187		
			0.076		0.076	0.00453647	0.00453647	0.00453647	0.00453647		
			0.082		0.082	0.00528103	0.00528103	0.00528103	0.00528103		
			0.071		0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.078		0.078	0.00477837	0.00477837	0.00477837	0.00477837		
			0.048		0.048	0.00180956	0.00180956	0.00180956	0.00180956		
			0.063		0.063	0.00311725	0.00311725	0.00311725	0.00311725		
			0.119		0.119	0.01112205	0.01112205	0.01112205	0.01112205		
			0.086		0.086	0.00580882	0.00580882	0.00580882	0.00580882		
			0.091		0.091	0.0065039	0.0065039	0.0065039	0.0065039		
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Área con corteza; Area sin Cort = Área sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026		
			0.085		0.085	0.00567452	0.00567452	0.00567452	0.00567452		
			0.081		0.081	0.00515301	0.00515301	0.00515301	0.00515301		
			0.117		0.117	0.01075134	0.01075134	0.01075134	0.01075134		
			0.105		0.105	0.00865904	0.00865904	0.00865904	0.00865904		
			0.114		0.114	0.01020706	0.01020706	0.01020706	0.01020706		
			0.102		0.102	0.0081713	0.0081713	0.0081713	0.0081713		
			0.11		0.11	0.00950334	0.00950334	0.00950334	0.00950334		
			0.125		0.125	0.01227188	0.01227188	0.01227188	0.01227188		
			0.127		0.127	0.01266772	0.01266772	0.01266772	0.01266772		
			0.095		0.095	0.00708824	0.00708824	0.00708824	0.00708824		
			0.09		0.09	0.00636174	0.00636174	0.00636174	0.00636174		
			0.083		0.083	0.00541062	0.00541062	0.00541062	0.00541062		
			0.086		0.086	0.00580882	0.00580882	0.00580882	0.00580882		
			0.095		0.095	0.00708824	0.00708824	0.00708824	0.00708824		
			0.115		0.115	0.01038692	0.01038692	0.01038692	0.01038692		
			0.188		0.188	0.02775918	0.02775918	0.02775918	0.02775918		

Clase diamétrica: 40 - 44.99 cm

Arbol # 9	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
Dap 42.25cm	0.58	0.58	0.58	0.03	0.5	0.24630144	0.19635	0.25122516	0.20388863	1.95456357	1.53776411
Alt 26.5 mt	0.435	0.41	0.4225	0.018	0.3865	0.14019881	0.11732482	0.27546432	0.23374073		
	0.415	0.415	0.415	0.015	0.385	0.13526552	0.11641592	0.27053103	0.23283183		
	0.415	0.415	0.415	0.015	0.385	0.13526552	0.11641592	0.24105026	0.21428382		
	0.38	0.354	0.367	0.007	0.353	0.10578474	0.09786791	0.17741638	0.16211049		
	0.326	0.278	0.302	0.008	0.286	0.07163182	0.06424258	0.14517334	0.13120892		
	0.314	0.298	0.306	0.007	0.292	0.07354171	0.06896635	0.14422771	0.13031357		
	0.32	0.28	0.3	0.008	0.284	0.070688	0.06334722	0.11080109	0.09864624		
	0.23	0.222	0.228	0.007	0.212	0.04011509	0.03529902	0.07812845	0.06862825		
	0.21	0.23	0.22	0.007	0.206	0.03801336	0.03332923	0.07053854	0.06213162		
	0.202	0.205	0.2035	0.006	0.1915	0.03252518	0.02880239	0.05139442	0.04767162		
	0.155	0.155	0.155		0.155	0.01886924	0.01886924	0.02752827	0.02752827		
	0.1	0.11	0.105		0.105	0.00865904	0.00865904	0.0125075	0.0125075		
Ramas			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846		
			0.056		0.056	0.00246301	0.00246301	0.00246301	0.00246301		
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832		
			0.066		0.066	0.0034212	0.0034212	0.0034212	0.0034212		
			0.077		0.077	0.00465664	0.00465664	0.00465664	0.00465664		
			0.068		0.068	0.00363169	0.00363169	0.00363169	0.00363169		
			0.054		0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.054		0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023		
			0.062		0.062	0.00301908	0.00301908	0.00301908	0.00301908		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.051		0.051	0.00204283	0.00204283	0.00204283	0.00204283		
			0.09		0.09	0.00636174	0.00636174	0.00636174	0.00636174		
			0.062		0.062	0.00301908	0.00301908	0.00301908	0.00301908		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.099		0.099	0.00769771	0.00769771	0.00769771	0.00769771		
			0.084		0.084	0.003217	0.003217	0.003217	0.003217		
			0.11		0.11	0.00950334	0.00950334	0.00950334	0.00950334		
			0.061		0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247		
			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846		
			0.09		0.09	0.00636174	0.00636174	0.00636174	0.00636174		
			0.11		0.11	0.00950334	0.00950334	0.00950334	0.00950334		
			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846		
			0.081		0.081	0.00515301	0.00515301	0.00515301	0.00515301		
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026		

Clase diamétrica: 45 - 49.99 cm

Arbol # 4	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
DAP 48.45cm	0.59	0.63	0.61	0.019	0.572	0.29224734	0.25697031	0.30979802	0.27341703	2.26931074	1.70427367
ALT 25.5 m	0.4845	0.4845	0.4845	0.014	0.4585	0.18436499	0.18367127	0.32790175	0.29154401		
	0.435	0.42	0.4275	0.012	0.4035	0.14353676	0.12787274	0.26238427	0.23481359		
	0.385	0.393	0.389	0.01	0.369	0.11884751	0.10694085	0.2237693	0.19853596		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

	0.36	0.371	0.3655	0.012	0.3415	0.10492178	0.09159512	0.19867518	0.17583417	
	0.35	0.341	0.3455	0.009	0.3275	0.09375339	0.08423906	0.1798028	0.16118391	
	0.342	0.32	0.331	0.009	0.313	0.08604921	0.07694485	0.16472449	0.14599113	
	0.34	0.293	0.3165	0.01	0.2965	0.07867529	0.06904628	0.14772157	0.12909188	
	0.27	0.323	0.2965	0.01	0.2765	0.06904628	0.0600456	0.10969564	0.09386198	
	0.22	0.235	0.2275	0.01	0.2075	0.04064936	0.03381638	0.06855639	0.06172341	
	0.182	0.195	0.1885		0.1885	0.02790703	0.02790703	0.04118029	0.04118029	
	0.13	0.13	0.13		0.13	0.01327326	0.01327326	0.03094476	0.03094476	
	0.15	0.15	0.15		0.15	0.0176715	0.0176715	0.02805842	0.02805842	
			0.115		0.115	0.01038692	0.01038692	0.00873758	0.00873758	
			0.095		0.095	0.00708824	0.00708824	0.00838257	0.00838257	
			0.111		0.111	0.00967691	0.00967691	0.00735174	0.00735174	
			0.08		0.08	0.00502656	0.00502656	0.00267036	0.00267036	
			0.02		0.02	0.00031416	0.00031416	0.00181624	0.00181624	
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00369491	0.00369491	
			0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151	
			0.067		0.067	0.00352566	0.00352566	0.00352566	0.00352566	
			0.05		0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635	
			0.064		0.064	0.003217	0.003217	0.003217	0.003217	
			0.054		0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023	
			0.096		0.096	0.00723825	0.00723825	0.00723825	0.00723825	
			0.045		0.045	0.00159044	0.00159044	0.00159044	0.00159044	
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026	
			0.067		0.067	0.00352566	0.00352566	0.00352566	0.00352566	
			0.09		0.09	0.00636174	0.00636174	0.00636174	0.00636174	
			0.075		0.075	0.00441788	0.00441788	0.00441788	0.00441788	
			0.108		0.108	0.00916091	0.00916091	0.00916091	0.00916091	
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664	
			0.08		0.08	0.00502656	0.00502656	0.00502656	0.00502656	
			0.095		0.095	0.00708824	0.00708824	0.00708824	0.00708824	
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744	
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664	
			0.061		0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247	
			0.09		0.09	0.00636174	0.00636174	0.00636174	0.00636174	
			0.059		0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398	
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744	
			0.095		0.095	0.00708824	0.00708824	0.00708824	0.00708824	
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744	
			0.045		0.045	0.00159044	0.00159044	0.00159044	0.00159044	
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744	
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664	
			0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522	
			0.057		0.057	0.00255176	0.00255176	0.00255176	0.00255176	
			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846	
			0.08		0.08	0.00502656	0.00502656	0.00502656	0.00502656	
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832	
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686	
			0.048		0.048	0.00180956	0.00180956	0.00180956	0.00180956	
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026	
			0.05		0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635	
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425	
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088	
			0.05		0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635	
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744	
			0.054		0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023	
			0.05		0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635	
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545	
			0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522	
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664	
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545	
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212	
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026	
			0.061		0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247	
			0.07		0.07	0.00384846	0.00384846	0.00384846	0.00384846	

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

Clase diamétrica: 50 - 54.99 cm											
Arbol # 16	Diámetros		Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.
Dap 52.2 cm	0.625	0.624	0.6245	0.017	0.5905	0.3063062	0.27386132	0.33820483	0.29661358	3.17583069	2.2621894
altura 30 mt	0.547	0.497	0.522	0.02	0.482	0.21400893	0.18246727	0.36750379	0.33452071		
	0.468	0.474	0.47	0.015	0.44	0.17349486	0.15205344	0.34368338	0.3010128		
	0.471	0.46	0.4655	0.015	0.4355	0.17018852	0.14895916	0.31406124	0.27969999		
	0.423	0.433	0.428	0.01	0.408	0.14387271	0.13074083	0.29870333	0.2719369		
	0.418	0.472	0.444	0.01	0.424	0.15483061	0.14119607	0.28143886	0.25670662		
	0.383	0.42	0.4015	0.009	0.3835	0.12660825	0.11551055	0.23153003	0.2103525		
	0.357	0.374	0.3655	0.009	0.3475	0.10492178	0.09484196	0.19175266	0.17252607		
	0.337	0.328	0.3325	0.009	0.3145	0.08683088	0.07768411	0.15611023	0.13882043		
	0.276	0.318	0.297	0.009	0.279	0.06927935	0.06113632	0.09529494	0.08715191		
	0.182	0.182	0.182		0.182	0.02601559	0.02601559	0.04151958	0.04151958		
	0.141	0.14	0.1405		0.1405	0.01550399	0.01550399	0.02215162	3.19133468		
	0.1	0.084	0.092		0.092	0.00664763	3.17583069	2.2621894	3.18018985		
	0.081	0.068	0.0745		0.0745	0.00435917	0.00435917	0.02064522	0.02064522		
			0.144		0.144	0.01628605	0.01628605	0.01628605	0.01628605		
			0.099		0.099	0.00769771	0.00769771	0.00769771	0.00769771		
			0.051		0.051	0.00204283	0.00204283	0.00204283	0.00204283		
			0.045		0.045	0.00159044	0.00159044	0.00159044	0.00159044		
			0.086		0.086	0.00580882	0.00580882	0.00580882	0.00580882		
			0.097		0.097	0.00738983	0.00738983	0.00738983	0.00738983		
			0.105		0.105	0.00865904	0.00865904	0.00865904	0.00865904		
			0.105		0.105	0.00865904	0.00865904	0.00865904	0.00865904		
			0.145		0.145	0.01651304	0.01651304	0.01651304	0.01651304		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.024		0.024	0.00045239	0.00045239	0.00045239	0.00045239		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.036		0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.047		0.047	0.00173495	0.00173495	0.00173495	0.00173495		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744		
			0.038		0.038	0.00113412	0.00113412	0.00113412	0.00113412		
			0.048		0.048	0.00180956	0.00180956	0.00180956	0.00180956		
			0.023		0.023	0.00041548	0.00041548	0.00041548	0.00041548		
			0.047		0.047	0.00173495	0.00173495	0.00173495	0.00173495		
			0.027		0.027	0.00057256	0.00057256	0.00057256	0.00057256		
			0.028		0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575		
			0.024		0.024	0.00045239	0.00045239	0.00045239	0.00045239		
			0.024		0.024	0.00045239	0.00045239	0.00045239	0.00045239		
			0.024		0.024	0.00045239	0.00045239	0.00045239	0.00045239		
			0.023		0.023	0.00041548	0.00041548	0.00041548	0.00041548		
			0.067		0.067	0.00352566	0.00352566	0.00352566	0.00352566		
			0.023		0.023	0.00041548	0.00041548	0.00041548	0.00041548		
			0.023		0.023	0.00041548	0.00041548	0.00041548	0.00041548		
			0.093		0.093	0.00679292	0.00679292	0.00679292	0.00679292		
			0.047		0.047	0.00173495	0.00173495	0.00173495	0.00173495		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522		
			0.02		0.02	0.00031416	0.00031416	0.00031416	0.00031416		
			0.028		0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575		
			0.048		0.048	0.00180956	0.00180956	0.00180956	0.00180956		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

			0.027		0.027	0.00057256	0.00057256	0.00057256	0.00057256		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.057		0.057	0.00255176	0.00255176	0.00255176	0.00255176		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.06		0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.027		0.027	0.00057256	0.00057256	0.00057256	0.00057256		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.05		0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635		
			0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522		
			0.064		0.064	0.003217	0.003217	0.003217	0.003217		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.05		0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635		
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026		
			0.023		0.023	0.00041548	0.00041548	0.00041548	0.00041548		
			0.071		0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592		
			0.079		0.079	0.00490168	0.00490168	0.00490168	0.00490168		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.071		0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592		
			0.023		0.023	0.00041548	0.00041548	0.00041548	0.00041548		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.059		0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522		
			0.077		0.077	0.00465664	0.00465664	0.00465664	0.00465664		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.028		0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.026		0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
			0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151		
			0.051		0.051	0.00204283	0.00204283	0.00204283	0.00204283		
			0.055		0.055	0.00237584	0.00237584	0.00237584	0.00237584		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.061		0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.027		0.027	0.00057256	0.00057256	0.00057256	0.00057256		
			0.036		0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		
			0.037		0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.029		0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsinor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

			0.072	0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151
			0.082	0.082	0.00528103	0.00528103	0.00528103	0.00528103
			0.068	0.068	0.0034212	0.0034212	0.0034212	0.0034212
			0.087	0.087	0.00594469	0.00594469	0.00594469	0.00594469
			0.087	0.087	0.00594469	0.00594469	0.00594469	0.00594469
			0.071	0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592
			0.068	0.068	0.0034212	0.0034212	0.0034212	0.0034212
			0.06	0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744
			0.047	0.047	0.00173495	0.00173495	0.00173495	0.00173495
			0.132	0.132	0.01368481	0.01368481	0.01368481	0.01368481
			0.113	0.113	0.01002877	0.01002877	0.01002877	0.01002877
			0.071	0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592
			0.082	0.082	0.00528103	0.00528103	0.00528103	0.00528103
			0.079	0.079	0.00490168	0.00490168	0.00490168	0.00490168
			0.042	0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545
			0.033	0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553
			0.076	0.076	0.00453647	0.00453647	0.00453647	0.00453647
			0.081	0.081	0.00515301	0.00515301	0.00515301	0.00515301
			0.048	0.048	0.00180956	0.00180956	0.00180956	0.00180956
			0.044	0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053
			0.047	0.047	0.00173495	0.00173495	0.00173495	0.00173495
			0.058	0.058	0.00264209	0.00264209	0.00264209	0.00264209
			0.037	0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521
			0.029	0.029	0.00066052	0.00066052	0.00066052	0.00066052
			0.037	0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521
			0.054	0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023
			0.037	0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521
			0.043	0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522
			0.035	0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212
			0.049	0.049	0.00188575	0.00188575	0.00188575	0.00188575
			0.028	0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575
			0.023	0.023	0.00041548	0.00041548	0.00041548	0.00041548
			0.035	0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212
			0.037	0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521
			0.041	0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026
			0.042	0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545
			0.063	0.063	0.00311725	0.00311725	0.00311725	0.00311725
			0.068	0.068	0.00363169	0.00363169	0.00363169	0.00363169
			0.107	0.107	0.00899204	0.00899204	0.00899204	0.00899204
			0.067	0.067	0.00352566	0.00352566	0.00352566	0.00352566
			0.078	0.078	0.00477837	0.00477837	0.00477837	0.00477837
			0.104	0.104	0.00849489	0.00849489	0.00849489	0.00849489
			0.062	0.062	0.00301908	0.00301908	0.00301908	0.00301908
			0.095	0.095	0.00708824	0.00708824	0.00708824	0.00708824
			0.043	0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522
			0.05	0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635
			0.056	0.056	0.00246301	0.00246301	0.00246301	0.00246301
			0.053	0.053	0.00220619	0.00220619	0.00220619	0.00220619
			0.062	0.062	0.00301908	0.00301908	0.00301908	0.00301908
			0.036	0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788
			0.033	0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553
			0.038	0.038	0.00113412	0.00113412	0.00113412	0.00113412
			0.033	0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553
			0.076	0.076	0.00453647	0.00453647	0.00453647	0.00453647
			0.092	0.092	0.00664763	0.00664763	0.00664763	0.00664763
			0.083	0.083	0.00541062	0.00541062	0.00541062	0.00541062
			0.038	0.038	0.00113412	0.00113412	0.00113412	0.00113412
			0.081	0.081	0.00515301	0.00515301	0.00515301	0.00515301
			0.037	0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521
			0.103	0.103	0.00833231	0.00833231	0.00833231	0.00833231
			0.109	0.109	0.00933134	0.00933134	0.00933134	0.00933134
			0.103	0.103	0.00833231	0.00833231	0.00833231	0.00833231
			0.039	0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459
			0.039	0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459
			0.038	0.038	0.00113412	0.00113412	0.00113412	0.00113412

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

		0.035	0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212				
Clase diamétrica: 55 - 60 cm											
Arbol # 49	Diámetros	Dia med cc	Espe de Cort	Dia med sc	Area con cort	Area sin cort	Volconcor/sec	Volsincor/sec	Vol Tot C. C.	Vol tot S. C.	
Dap 58.9 cm	0.579	0.652	0.6155	0.026	0.5635	0.29754113	0.24938983	0.37050838	0.32162806	3.71775594	2.52705502
Altura 32.3	0.588	0.61	0.589	0.015	0.559	0.27247175	0.24542258	0.47595397	0.42713351		
	0.544	0.474	0.509	0.014	0.481	0.20348222	0.18171093	0.40140618	0.36116228		
	0.512	0.492	0.502	0.012	0.478	0.19792394	0.17945133	0.36159521	0.3277272		
	0.477	0.436	0.4565	0.011	0.4345	0.16367127	0.14827586	0.31572471	0.28550409		
	0.456	0.424	0.44	0.011	0.418	0.15205344	0.13722823	0.28119696	0.25516095		
	0.431	0.38	0.4055	0.009	0.3875	0.12914352	0.11793272	0.22047052	0.19987272		
	0.347	0.335	0.341	0.009	0.323	0.0913271	0.08194	0.15847132	0.14176863		
	0.294	0.282	0.288	0.006	0.276	0.06514422	0.05982863	0.1293868	0.11965726		
	0.305	0.267	0.286	0.005	0.276	0.06424258	0.05982863	0.09426076	0.08744035		
	0.196	0.195	0.1955	0.004	0.1875	0.03001818	0.02761172	0.05264996	0.05044349		
	0.166	0.175	0.1705		0.1705	0.02283177	0.02283177	0.03620733	0.03620733		
	0.122	0.139	0.1305		0.1305	0.01337556	0.01337556	0.02084177	0.02084177		
	0.099	0.096	0.0975		0.0975	0.00746621	0.00746621	0.01001797	0.01001797		
	0.056	0.058	0.057		0.057	0.00255176	0.00255176	0.00356964	0.00356964		
	0.038	0.036	0.036		0.036	0.00101788	0.00101788	0.00356964	0.00356964		
			0.057		0.057	0.00255176	0.00255176	0.00255176	0.00255176		
			0.055		0.055	0.00237584	0.00237584	0.00237584	0.00237584		
			0.033		0.033	0.0008553	0.0008553	0.0008553	0.0008553		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.036		0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.028		0.028	0.00061575	0.00061575	0.00061575	0.00061575		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.059		0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398		
			0.056		0.056	0.00246301	0.00246301	0.00246301	0.00246301		
			0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.034		0.034	0.00090792	0.00090792	0.00090792	0.00090792		
			0.039		0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.071		0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592		
			0.061		0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247		
			0.056		0.056	0.00246301	0.00246301	0.00246301	0.00246301		
			0.049		0.049	0.00188575	0.00188575	0.00188575	0.00188575		
			0.102		0.102	0.0081713	0.0081713	0.0081713	0.0081713		
			0.081		0.081	0.00515301	0.00515301	0.00515301	0.00515301		
			0.067		0.067	0.00352566	0.00352566	0.00352566	0.00352566		
			0.068		0.068	0.00363169	0.00363169	0.00363169	0.00363169		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.041		0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026		
			0.035		0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.044		0.044	0.00152053	0.00152053	0.00152053	0.00152053		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.073		0.073	0.0041854	0.0041854	0.0041854	0.0041854		
			0.079		0.079	0.00490168	0.00490168	0.00490168	0.00490168		
			0.094		0.094	0.00693979	0.00693979	0.00693979	0.00693979		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

			0.153	0.153	0.01838543	0.01838543	0.01838543	0.01838543		
			0.105	0.105	0.00865904	0.00865904	0.00865904	0.00865904		
			0.159	0.159	0.0198557	0.0198557	0.0198557	0.0198557		
			0.069	0.069	0.00373929	0.00373929	0.00373929	0.00373929		
			0.058	0.058	0.00264209	0.00264209	0.00264209	0.00264209		
			0.054	0.054	0.00229023	0.00229023	0.00229023	0.00229023		
			0.042	0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.032	0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.046	0.046	0.00166191	0.00166191	0.00166191	0.00166191		
			0.037	0.037	0.00107521	0.00107521	0.00107521	0.00107521		
			0.03	0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.036	0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		
			0.031	0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.059	0.059	0.00273398	0.00273398	0.00273398	0.00273398		
			0.09	0.09	0.00636174	0.00636174	0.00636174	0.00636174		
			0.035	0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.092	0.092	0.00664763	0.00664763	0.00664763	0.00664763		
			0.108	0.108	0.00916091	0.00916091	0.00916091	0.00916091		
			0.106	0.106	0.00882475	0.00882475	0.00882475	0.00882475		
			0.079	0.079	0.00490168	0.00490168	0.00490168	0.00490168		
			0.098	0.098	0.00754298	0.00754298	0.00754298	0.00754298		
			0.082	0.082	0.00528103	0.00528103	0.00528103	0.00528103		
			0.096	0.096	0.00723825	0.00723825	0.00723825	0.00723825		
			0.099	0.099	0.00769771	0.00769771	0.00769771	0.00769771		
			0.073	0.073	0.0041854	0.0041854	0.0041854	0.0041854		
			0.046	0.046	0.00166191	0.00166191	0.00166191	0.00166191		
			0.026	0.026	0.00053093	0.00053093	0.00053093	0.00053093		
			0.076	0.076	0.00453647	0.00453647	0.00453647	0.00453647		
			0.039	0.039	0.00119459	0.00119459	0.00119459	0.00119459		
			0.071	0.071	0.0039592	0.0039592	0.0039592	0.0039592		
			0.06	0.06	0.00282744	0.00282744	0.00282744	0.00282744		
			0.04	0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.035	0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.061	0.061	0.00292247	0.00292247	0.00292247	0.00292247		
			0.05	0.05	0.0019635	0.0019635	0.0019635	0.0019635		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.064	0.064	0.003217	0.003217	0.003217	0.003217		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.069	0.069	0.00373929	0.00373929	0.00373929	0.00373929		
			0.242	0.242	0.04599617	0.04599617	0.04599617	0.04599617		
			0.242	0.242	0.04599617	0.04599617	0.04599617	0.04599617		
			0.19	0.19	0.02835294	0.02835294	0.02835294	0.02835294		
			0.146	0.146	0.01674159	0.01674159	0.01674159	0.01674159		
			0.127	0.127	0.01266772	0.01266772	0.01266772	0.01266772		
			0.18	0.18	0.02544696	0.02544696	0.02544696	0.02544696		
			0.172	0.172	0.02323527	0.02323527	0.02323527	0.02323527		
			0.146	0.146	0.01674159	0.01674159	0.01674159	0.01674159		
			0.092	0.092	0.00664763	0.00664763	0.00664763	0.00664763		
			0.072	0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151		
			0.03	0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025	0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.035	0.035	0.00096212	0.00096212	0.00096212	0.00096212		
			0.115	0.115	0.01038692	0.01038692	0.01038692	0.01038692		
			0.047	0.047	0.00173495	0.00173495	0.00173495	0.00173495		
			0.112	0.112	0.00985206	0.00985206	0.00985206	0.00985206		
			0.122	0.122	0.01168989	0.01168989	0.01168989	0.01168989		
			0.087	0.087	0.00594469	0.00594469	0.00594469	0.00594469		
			0.064	0.064	0.003217	0.003217	0.003217	0.003217		
			0.041	0.041	0.00132026	0.00132026	0.00132026	0.00132026		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Continuación Cuadro 15.A

			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.031		0.031	0.00075477	0.00075477	0.00075477	0.00075477		
			0.036		0.036	0.00101788	0.00101788	0.00101788	0.00101788		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.065		0.065	0.00331832	0.00331832	0.00331832	0.00331832		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.042		0.042	0.00138545	0.00138545	0.00138545	0.00138545		
			0.079		0.079	0.00490168	0.00490168	0.00490168	0.00490168		
			0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.043		0.043	0.0014522	0.0014522	0.0014522	0.0014522		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.066		0.066	0.0034212	0.0034212	0.0034212	0.0034212		
			0.04		0.04	0.00125664	0.00125664	0.00125664	0.00125664		
			0.055		0.055	0.00237584	0.00237584	0.00237584	0.00237584		
			0.038		0.038	0.00113412	0.00113412	0.00113412	0.00113412		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.066		0.066	0.0034212	0.0034212	0.0034212	0.0034212		
			0.052		0.052	0.00212372	0.00212372	0.00212372	0.00212372		
			0.03		0.03	0.00070686	0.00070686	0.00070686	0.00070686		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.122		0.122	0.01168989	0.01168989	0.01168989	0.01168989		
			0.115		0.115	0.01038692	0.01038692	0.01038692	0.01038692		
			0.112		0.112	0.00985206	0.00985206	0.00985206	0.00985206		
			0.145		0.145	0.01651304	0.01651304	0.01651304	0.01651304		
			0.146		0.146	0.01674159	0.01674159	0.01674159	0.01674159		
			0.192		0.192	0.02895299	0.02895299	0.02895299	0.02895299		
			0.226		0.226	0.04011509	0.04011509	0.04011509	0.04011509		
			0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151		
			0.09		0.09	0.00636174	0.00636174	0.00636174	0.00636174		
			0.072		0.072	0.00407151	0.00407151	0.00407151	0.00407151		
			0.113		0.113	0.01002877	0.01002877	0.01002877	0.01002877		
			0.079		0.079	0.00490168	0.00490168	0.00490168	0.00490168		
			0.095		0.095	0.00708824	0.00708824	0.00708824	0.00708824		
			0.082		0.082	0.00528103	0.00528103	0.00528103	0.00528103		
			0.062		0.062	0.00301908	0.00301908	0.00301908	0.00301908		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.032		0.032	0.00080425	0.00080425	0.00080425	0.00080425		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.025		0.025	0.00049088	0.00049088	0.00049088	0.00049088		
			0.097		0.097	0.00738983	0.00738983	0.00738983	0.00738983		
			0.12		0.12	0.01130976	0.01130976	0.01130976	0.01130976		
			0.097		0.097	0.00738983	0.00738983	0.00738983	0.00738983		
			0.097		0.097	0.00738983	0.00738983	0.00738983	0.00738983		

Donde: Dia med cc = Diámetro medio en centímetros; Espe de Cort = Espesor de corteza; Dia med sc = Diámetro medio sin corteza; Area con cort = Area con corteza; Area sin Cort = Area sin corteza; Volconcor/sec = Volumen con corteza por sección; Volsincor/sec = Volumen sin corteza por sección; Vol Tot C.C. = Volumen total con corteza; Vol tot S.C. = Volumen total aserrable sin corteza; Dap = Diámetro a la altura del pecho.

Cuadro 16.A Ecuaciones matemáticas evaluadas en la elaboración de las tablas de volumen de *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis* Furlow, en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango.

	Ecuación	R ²	C.V.	F
VOLUMEN TOTAL				
1	V = -9.26615+2.1424LND+0.53919LNH V = 2.27819LND-2.69449LNH	0.9365 0.2078	-99.92 -362.5	915 18
2	V = -0.03495+0.00001543D ² H+0.000576D ² V = 0.000016737D ² H+0.000526D ² *	0.8826 0.9508	29.58 29.5	467 1188
3	V = -0.191387+0.000441DH+0.000812D ² V = 0.000080034DH+0.000911D ²	0.8776 0.9448	30.2 30.98	446 1070
4	V = -0.1277+0.000013DH ² +0.00083D ² V = 0.000012724DH ² +0.000782D ²	0.8803 0.9471	29.86 30.34	456 1119
5	V = -0.01138+0.000575D ² -0.00009465DH+0.00001694D ² H V = 0.000569D ² -0.000123DH+0.00001755D ² H	0.8617 0.9497	29.7 29.57	309 788
6	V = 0.110942+0.00003490D ² H V = 0.00003678D ² H	0.8697 0.9425	31.16 31.56	829 2058
7	V = 0.23255+0.00048D ² -0.04370DH+0.001641D ² H V = 0.00064D ² -0.021489DH+0.001063D ² H	0.8796 0.9485	29.95 29.94	302 768
8	V = 0.5850+0.002426DH-0.072929H+0.00000899D ² H V = 0.000538DH-0.004607H+0.00002791D ² H	0.8756 0.943	30.44 31.48	291 690
9	V = 0.005698+0.000564D ² -0.002616H+0.00001629D ² H V = 0.000587D ² -0.002252H+0.000016136D ² H*	0.8817 0.9467	29.69 29.57	309 787
10	V = 1.925314-376.347498(1/D ² H) V = 128.169782(1/D ² H)	0.4207 0.021	65.7 129.95	91 5
11	V = 0.005698-0.002616(1/D ² H)+0.000564D ² +0.00001629D ² H V = -0.002262(1/D ² H)+0.000567D ² +0.00001613D ² H*	0.8817 0.9497	29.69 29.57	309 787
12	V = 5.315842+1379.8379(1/D ²)-0.97022(1/H)-173.7786(1/D) V = -816.16236(1/D ²)+32.0368(1/H)+20.83779(1/D)	0.7803 0.5893	40.46 84.52	147 60
13	V = 0.005698+0.00001629(1/D ²)-0.002616H+0.000564(1/D) V = 0.000016136(1/D ²)-0.002262H+0.000567(1/D)	0.8817 0.9497	29.69 29.57	309 787
14	V = 2.83123-42.80468(1/D)+0.23160(1/H) V = -71.686(1/D)+64.89708(1/H)	0.5846 0.4748	56.96 96.35	81 55
15	V = -9.9008+3.45544LNH+0.05944D-0.1317H V = -1.83147LNH+0.06339D+0.143537H	0.9189 0.871	-112.87 -147.27	469 282
16	V = -9.72891-0.00743D+2.3808LND+0.50541LNH V = 0.12638D-1.8919LND+0.62613LNH	0.9363 0.8233	-100.08 -171.24	608 195
17	V = 0.158416+0.000018756D ² H+0.000007947D ³ V = 0.000025745D ² H+0.000005713D ³	0.8776 0.9444	30.2 31.09	446 1062
VOLUMEN ASERRABLE				
1	V = -13.162125+2.545445LND+1.123857LNH V = 1.344364LND-1.707693LNH	0.8394 0.1737	-91.88 -226.43	264 11
2	V = -0.001509+0.000018713D ² H+0.000116D ² V = 0.00001876D ² H+0.000114D ² *	0.8057 0.9306	33.03 32.87	210 684
3	V = -0.327517+0.000820DH+0.000315D ² V = 0.000296DH+0.000439D ²	0.8015 0.9168	33.38 35.96	204 536
4	V = -0.16788+0.00001876DH ² +0.000417D ² V = 0.00001738DH ² +0.000359D ²	0.8057 0.9255	33.03 33.05	210 634
5	V = -0.10878+0.000146D ² +0.000296DH+0.0000134D ² H V = 0.000094678D ² +0.000058405DH+0.000018319D ² H	0.8049 0.93	33.09 33.01	139 452
6	V = 0.037561+0.000022474D ² H V = 0.000023099D ² H*	0.8061 0.9304	32.99 32.91	420 1364
7	V = 0.102617+0.00003490D ² -0.038818DH+0.001811D ² H V = 0.000094406D ² -0.03020DH+0.001602D ² H	0.8039 0.9299	33.2 33.03	138 451
8	V = 0.106998+0.001148DH-0.025964H+0.00009193D ² H V = 0.000963DH-0.16811H+0.00001084D ² H	0.8453 0.9302	33.06 32.96	140 453
9	V = -0.125654+0.000166D ² +0.006243H+0.000016238D ² H V = 0.000105D ² +0.000544H+0.00001885D ² H*	0.8044 0.932	33.14 33.02	139 451
10	V = 1.548318-640.48948(1/D ² H) V = 380.667(1/D ² H)	0.4649 0.1275	54.81 116.52	88 15
11	V = -0.125654+0.006243(1/D ² H)+0.000166D ² +0.000016238D ² H V = 0.000544(1/D ² H)+0.000105D ² +0.00001885D ² H	0.8044 0.9299	33.14 33.03	139 451
12	V = 4.337509+1642.8714(1/D ²)-5.742537(1/H)-161.95618(1/D) V = -1543.056083(1/D ²)+9.054209(1/H)+65.99749(1/D)	0.7233 0.6812	39.41 70.43	89 73
13	V = -0.125654+0.000016238(1/D ²)+0.006243H+0.000166(1/D) V = 0.0000941(1/D ²)-0.00767433H+0.0000237(1/D)	0.8044 0.5023	33.14 31.5	139 199
14	V = 2.546436-47.052819(1/D)-5.18973(1/H) V = -31.942(1/D)+35.252(1/H)	0.5963 0.479	47.61 90.03	75 47
15	V = -12.29219+3.92852LNH+0.064107D ² -0.12562H V = -2.255185LNH+0.064371D ² +0.175018H	0.8005 0.7937	-102.42 -113.14	136 132
16	V = -19.86595-0.077941D+5.38001LND+0.96448LNH V = 0.13485D-2.501670LND+1.063406LNH	0.8562 0.7542	-86.9 -123.49	201 105
17	V = 0.04547+0.000020564D ² H+0.000000920D ³ V = 0.000022419D ² H+0.000000352D ³	0.8045 0.9297	33.13 33.06	208 675

Donde:

H = altura total y aserrable (hasta un Índice de utilización de 20 cm)
 D = diámetro a la altura del pecho (1.3 m)
 LN H = logaritmo natural de la altura
 LND = logaritmo natural de del diámetro
 * = Modelos seleccionados

R² = coeficiente de correlación
 C.V. = coeficiente de variación
 F = Nivel de significancia
 V = volumen





FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

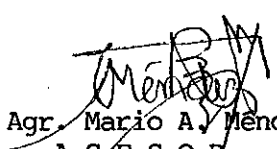
LA TESIS TITULADA: "ELABORACION DE TABLAS DE VOLUMEN PARA ALISO (Alnus jorullensis ssp. jorullensis Furlow) DENTRO DE LA ZONA DE VIDA BOSQUE MUY HUMEDO MONTAÑO BAJO SUBTROPICAL, EN EL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA".

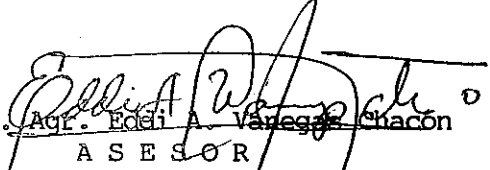
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: WILLY ALFREDO QUINTANA ROCA

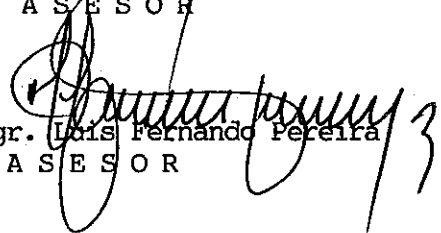
CARNET No: 8813400

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Walter E. García Tello
Ing. Agr. Luis M. Reyes Chávez
Ing. Agr. Boris Méndez Paiz

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Mario A. Méndez Muñoz
ASESOR



Ing. Agr. Edeil A. Vázquez Chacón
ASESOR


Ing. Agr. Luis Fernando Pereira
ASESOR


Ing. Agr. Fernando Rodríguez
DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE


Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
DECANO



cc:Control Académico
Archivo
FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: lia@usac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

