

FO:SF/NIC 9  
Julio 1973

Documento de Trabajo N° 10

INVESTIGACION SOBRE EL FOMENTO DE LA PRODUCCION DE LOS BOSQUES  
DEL NORESTE

NICARAGUA

INVESTIGACIONES DENDROMETRICAS DEL INVENTARIO FORESTAL  
DE LOS PINARES

"Basado en la labor de  
M. Sachtler  
Experto de Inventario Forestal"

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION  
Puerto Cabezas, 1973

## INDICE DE MATERIA

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
1.1 Procedencia de los árboles como muestra	1
2. EL METODO DE LAS MEDICIONES EN LOS PINOS COMO MUESTRA	1
2.1 La computación de la fórmula de volumen	2
2.1.2 Fórmula simplificada de volumen	2
3. ESPESOR DE LA CORTEZA	3
3.1 El espesor a la altura de pecho	4
3.2 La corteza en diferentes alturas del fuste	4
4. CAMPO DE APLICACION DE LAS TABLAS DE VOLUMEN	5
5. COEFICIENTE MORFICO, CONICIDAD, VOLUMEN DE TROZAS Y DIAMETRO MINIMO	6
Cuadro 1 Tabla de Volumen de Pino del Noreste de Nicaragua	8
Cuadro 2 Tabla simplificada de volumen	14
Cuadro 3 Coeficiente Mórfico	15
Cuadro 4 Tabla de Conicidad	16
Cuadro 5 Tabla de volumen de Trozas de 4 m.	16
Cuadro 6 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 1 1972	17
Cuadro 6 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 1 1972	18
Cuadro 7 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 2 1972	19
Cuadro 7 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 2 1972	20
Cuadro 8 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 3 1972	21
Cuadro 8 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 3 1972	22
Cuadro 9 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 4 1972	23
Cuadro 9 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 4 1972	24
Cuadro 10 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 5 1972	25
Cuadro 10 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 5 1972	26
Cuadro 11 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 6 1972	27
Cuadro 11 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito 6 1972	28
Cuadro 12 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito AMF 1972	29
Cuadro 12 Tipos de Vegetación en Ha. del Distrito AMF 1972	30
Cuadro 13 Los Pinares del Distrito 1	31
Cuadro 14 Los Pinares del Distrito 2	32
Cuadro 15 Los Pinares del Distrito 3	33
Cuadro 16 Los Pinares del Distrito 4	34

## INDICE DE MATERIA

		<u>Pág.</u>
Cuadro 17	Los Pinares del Distrito 5	35
Cuadro 18	Calidad de Madera de Pino en por ciento de volumen bruto por clase diamétrica	36
Cuadro 18	Calidad de Madera de Pino en por ciento de volumen bruto por clase diamétrica	37
Cuadro 18	Calidad de Madera de Pino en por ciento de volumen bruto por clase diamétrica	38
Gráfico 1	571 Pinos cortados para establecer la tabla de volumen diámetro al pecho con corteza VS altura del fuste	39
Gráfico 2	571 Pinos cortados como muestra espesor doble de la corteza VS DAP	40
Gráfico 3	Espesor doble de la corteza en las diferentes alturas del fuste y agrupadas por clases diamétricas	41
Gráfico 4	Línea de regresión para la tabla simplificada de volumen	42
Gráfico 5	Conicidad del fuste por clases diamétricas	43
Gráfico 6	Límite del diámetro mínimo de 7.5 cm sin corteza en el fuste	44
Mapa N° 1	Localización de los árboles cortados en el área de investigación	45

## 1. INTRODUCCION

Las tablas de volumen y las informaciones sobre el espesor de la corteza, los coeficientes mórficos, la conicidad, tablas de volumen de trozas y otros datos fundamentales se basan en los datos obtenidos por análisis de los 571 pinos que se cortaron como muestras.

### 1.1 Procedencia de los árboles como muestra

En toda el área de los pinares se distribuyeron sistemáticamente 62 transectos. En cada transecto fueron cortados como máximo 10 pinos a una distancia entre uno y otro de 200 m. El árbol más cerca de este punto (hasta un radio máximo de 50 m) fue cortado si tenía un DAP de 9.5 cm y más. Los transectos traspasaron todos los rodales de pino en terrenos importantes, y la gran distancia entre un árbol cortado y el otro significa que dentro los transectos se trabajó por una cadena larga de diferentes tipos y sitios. Igualmente fueron cortados pinos de generación vieja como jóvenes. Las dimensiones de los árboles se muestran en gráfico Nº 1. La distribución de frecuencia de los árboles sobre el DAP y la altura del fuste es casi normal. El máximo de la frecuencia está dentro un DAP de 20-26 cm y una altura de 8-12 m. Árboles con DAP más de 50 cm y alturas de 20 m casi no han sido encontrados. Esta distribución refleja bien la situación actual de la media de los pinares, tal como fue comprobado más tarde por la enumeración en el campo.

### 2. El Método de las mediciones en los pinos como muestra

En el árbol parado se medía la circunferencia con corteza a la altura de pecho. Se cortaron los árboles 20 cm sobre el nivel del suelo, dejando en pie un tocón de altura convencional. Las secciones, que fueron cortados y medidos se hallaban en la altura del fuste como así: 0.2 m, 1.3 m, 2.2 m, y después se cortaron una sección a cada 2 m más arriba y midiendo al final la sección incompleta. Se midieron el diámetro de las secciones 2 veces: a través del diámetro más grande y perpendicularmente por el mismo, pasando por su punto medio. Fueron medidos los diámetros sin y con la corteza. El extremo medido en el fuste fue en una copa apuntada de los jóvenes, el punto más alto, pero en las copas de los árboles viejos corresponden al punto donde el fuste definitivamente se ramifica.

Las secciones cortadas fueron clasificadas por su calidad de madera en casi la misma manera como se hizo más tarde en la enumeración en el campo. Dos cuadrillas dirigidas por técnicos forestales llevaban a cabo este trabajo en el campo. Los diámetros fueron medidos en milímetros, la longitud de las secciones en centímetros. El volumen de las trozas se calculó en decímetros cúbicos con la fórmula de Smalian, es decir sin corteza.

## 2.1 La Computación de la Fórmula de Volumen

Se efectuó con una computadora electrónica (IBM 1130) por múltiple regresión de volumen sin corteza versus DAP y altura del tronco. La expresión de la fórmula es:

$$\text{Volumen} = \text{DAP}^A \cdot \text{Altura de fuste}^B \cdot K$$

Valores de las constantes empíricas:

$$A = 2.4629$$

$$B = 0.5229$$

$$K = 0.0260$$

$$\text{Volumen promedio por árbol} = 297.0 \text{ dm}^3$$

$$\text{Desviación standard } s = 72.0 \text{ dm}^3 = 24 \%$$

$$\text{Error standard } S = 3.0 \text{ dm}^3$$

$$S.t \% = 2.03 \text{ con } p = 0.05$$

$$\text{Coeficiente de correlación} = 0.9791$$

Véase Tabla N° 1 ó Tabla de Volúmenes Principal

### 2.1.2 Fórmula simplificada de volumen

Se computó y con los mismos datos usados en el campo. Aplicando esta fórmula no es necesario medir las alturas del fuste; lógicamente, la precisión es menor. La expresión de la

fórmula simplificada es:

$$\text{Volumen} = A \cdot \text{DAP}^B$$

Valores de las constantes:

$$A = 0.04611$$

$$B = 2.66061$$

$$\text{Desviación standard} = 112.9 \text{ dm}^3 = 38\%$$

$$\text{Error standard } S = 4.7 \text{ dm}^3$$

$$S.t \% = 3.16 \text{ con } p = 0.05$$

$$\text{Coeficiente de correlación} = 0.96619$$

Véase Tabla N° 2

Véase Tabla Simplificada de Volumen

### 3. Espesor de la Corteza

El espesor de la corteza resulta de la diferencia entre los diámetros de las secciones medidas sin y con corteza. Esa diferencia es el promedio de las dos mediciones en cruz. Solamente el espesor de la corteza en el fuste a la altura de pecho (refiriéndose al DAP) se obtuvo por la diferencia de la circunferencia transformada al DAP con corteza (cuando el árbol estaba todavía parado) y el promedio de los dos diámetros medidos sin corteza (después el árbol fue trozado.).

Los valores se refieren al espesor como dos veces de la corteza.

DAP		Espesor doble de la corteza
10 cm	=	2.5 cm
15 cm	=	2.8 cm
20 cm	=	3.0 cm
30 cm	=	3.2 cm
40 cm	=	3.4 cm
50 cm	=	3.6 cm

### 3.1 El espesor a la altura de pecho

La inmensa variación del espesor de la corteza se demuestra en el gráfico N° 2 para pinos con un mismo DAP se computó la regresión del espesor versus DAP y la curva de regresión dibujada en el gráfico. La expresión de regresión es:

$$\text{Espesor 2 veces en mm} = A + B \cdot \lg (\text{DAP})$$

Valor de las constantes empíricas:

$$A = 10.0570$$

$$B = 15.0596$$

El promedio doble del espesor de los 571 árboles cortados es de: 30.5 mm

$$\text{Desviación típica} = 10.3 \text{ mm}$$

$$\text{Coeficiente del error standard S.t\%} = 2.83 \text{ con } p = 0.05$$

$$\text{Coeficiente de correlación: } 0.231$$

Se explica la regresión detalladamente, porque el volumen del árbol siempre se mide con la corteza, y si se mide solamente un número limitado de pinos entonces la gran variabilidad del grosor de las cortezas podrían afectar la precisión del cálculo de volumen.

La correlación entre el espesor de corteza y el DAP es muy débil, porque ya los pinos pequeños con DAP de 5 cm tienen una corteza de aproximadamente 20 mm, pero después de haber logrado esa capa protectora, el espesor aumenta tan poco que un pino con DAPcc 45 cm asciende a solamente 35 mm en promedio. La tendencia de la curva hacia una línea horizontal en el sector de los árboles gruesos es causada por el incremento muy reducido de los mismos, enforzado por consecuencia de los incendios forestales por los cuales perdieron las capas exteriores de la corteza. Por eso puede cambiarse esa parte de la curva con la generación venidera de pinos.

### 3.2 La corteza en diferentes alturas del fuste

En el gráfico N° 3 se muestra que el espesor de corteza se reduce a su mitad rápidamente desde el nivel del suelo hasta a una altura de 3 m del fuste. El tocón tiene una corteza alrededor de 40 mm para todos los árboles con un DAP de 10 cm en adelante, pero en 3 m de altura la corteza en la clase de regeneración 5 (DAP 10-15 cm) disminuye a 15 mm del doble espesor,

lo que indica que fuegos forestales con llamas altas pueden matar fácilmente pinos de esas dimensiones.

4. Campo de aplicación de las tablas de volumen

- Se preparó dos tablas de volumen con las dos fórmulas de volumen: Vol. del fuste en metros cúbicos sin corteza versus DAP en centímetros y altura del fuste en metros, tabla principal.
- Vol. de fuste versus DAP. Esta es una tabla simplificada, y para la aplicación de la misma no es necesario medir las alturas de los pinos.

Los valores de ambas tablas sirven para los pinos en la Reserva Norte con un DAP de 10 cm hasta 60 cm. Para árboles que exceden sobre las extremas los volúmenes calculados no serán estadísticamente verificadas. Se marcó en las tablas también los volúmenes referente a un diámetro mínimo del fuste de 7.5 cm sc.

Para la aplicación de las tablas se debe mencionar lo siguiente: Se sabe que aún dentro rodales homogéneos y de la misma edad el coeficiente mérfico de un árbol al otro varía mucho, tanto más varía ese coeficiente en los pinares de esa región por varias razones, que afectan la exactitud y el campo de aplicación de las tablas de volumen.

- a) La gran varianza del espesor de la corteza fue explicado más arriba, así el volumen sin corteza de un DAP varía consecuentemente con el espesor. Esa desviación del volumen es en los pinos pequeños los cuales serán usados para la pulpa, relativamente más grande que en árboles gruesos.
- b) Los árboles viejos representan una selección negativa de los rodales antiguos y son en el promedio algo más reducido en su altura que los pinos jóvenes. Diferentes formas del fuste pueden ser la consecuencia, lo cual sin embargo, se puede comprobar solo en 15 años o más.
- c) El patrón principal de crecimiento de los pinos no difiere mucho entre las áreas elevadas y la mayoría de los terrenos bajos, pero seguramente difiere de los pinares en las llanuras pantanosas en el Oeste entre Río Wawa y Río Likus y al Río Coco (tipo adulto 35-).



Esas áreas son relativamente pequeñas en la Reserva Norte y por eso no tienen importancia con respecto a la aplicación de la tabla de volumen. Sin embargo, los pinares en la Reserva Sur son del mismo patrón diferente, según (3) o sea es muy probable que tienen coeficientes mórficos significativamente diferente. Y por eso se puede aplicarla solamente con ciertas restricciones a los pinares en la Reserva Sur.

Para la aplicación de la tabla simplificada de volumen ocurren algunos problemas adicionales. La correlación entre volumen y DAP es muy estrecha, la cual fue ilustrada en el Gráfico N° 4, donde se ve el volumen de los árboles cortados, densamente ubicados a lo largo de la recta computada. Sin embargo obsérvese que fue usada una escala logarítmica. Naturalmente, se puede usar esta tabla para la estimación de rodales extensos o sea por lo menos para grupos de árboles no menos de 30 pinos. Así se obtiene un promedio de altura del fuste semejante de las alturas en que la regresión de la fórmula simplificada se basa. Esa regresión de altura de fuste versus DAP se encuentra en gráfico N° 4. La primera parte de la curva versus un DAP menor de 19 cm se ramifica en dos brazos, es decir la recta inferior indica la altura aprovechable hasta un DAP mínimo de 7.5 cm. Para el cálculo de volumen de rodales con una altura generalmente diferente de la mostrada en el gráfico N° 4, no sirve la tabla simplificada, y se debe usar entonces la tabla principal.

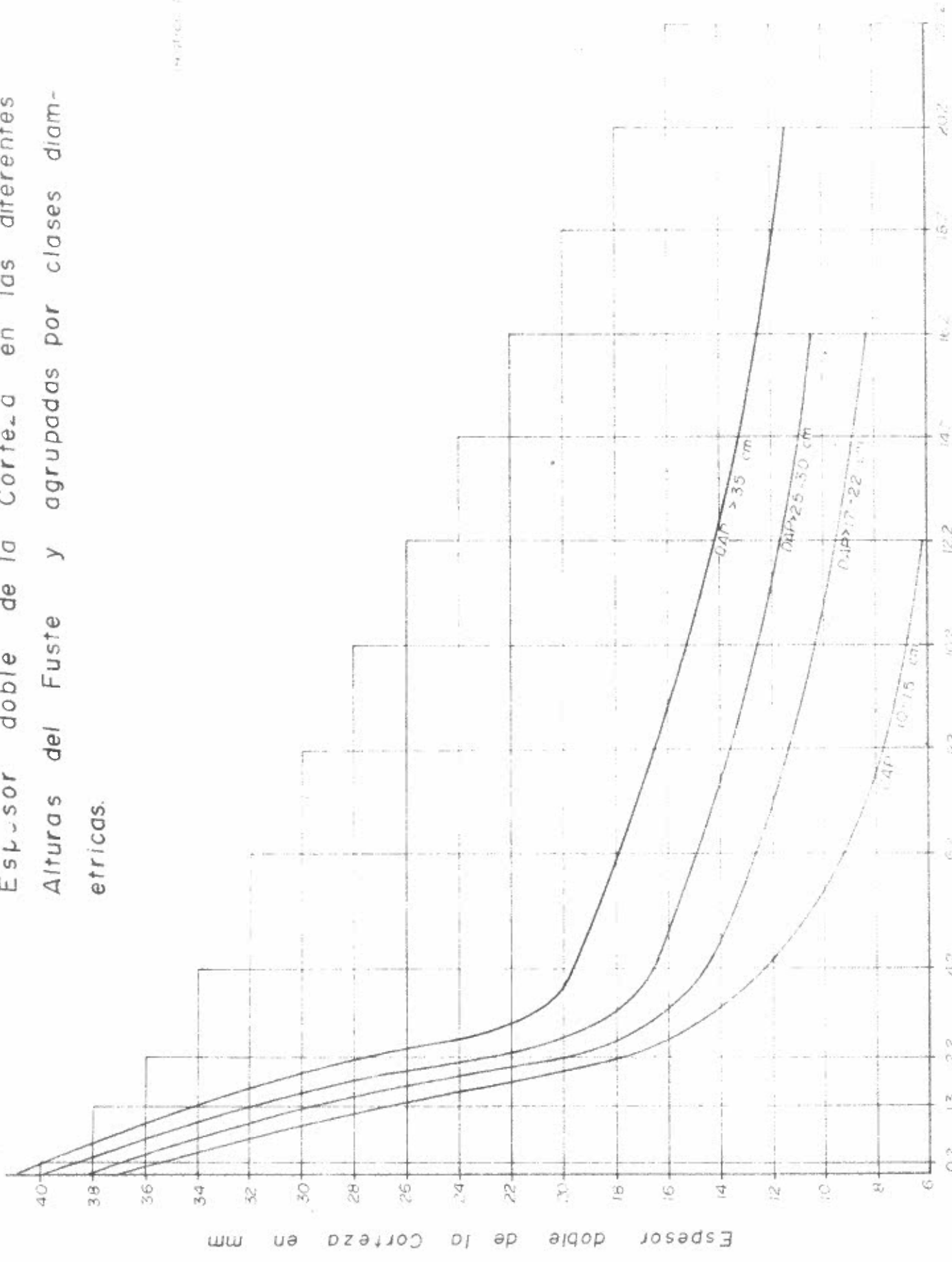
5. Coefficiente mórfico, conicidad, volumen de trozas y diámetro mínimo

- a) El coeficiente mórfico del pino se calculó para los DAP a intervalos de 5 cm, comenzando con un DAP 10 cm hasta 55 cm. Se muestra los coeficientes refiriéndose al DAP con corteza y al volumen del fuste sin corteza de las alturas del fuste de 4 a 20 m en cuadro N° 3. Las regresiones se basan a los valores correspondientes de la tabla de volumen y son por eso bien equilibradas.
- b) La conicidad representa la proporción en porcentajes del diámetro sin corteza en las diferentes alturas del fuste al DAP con corteza. Los datos fueron agrupados por clases diamétricas y los promedios de esos valores equilibrados por mano. (Véase gráfico N° 5 y Cuadro N° 4).

- c) La tabla de volumen de trozas se basa en los valores de conicidad y fue usada para el cálculo del volumen de las clases de calidad de los pinos muestreados. Las trozas tienen 4 m de longitud, fueron agrupadas en clases diamétricas de 5 cm (comenzando con la clase 15.0 - 19.9 cm DAP hasta 75.0 - 79.9 cm DAP), y de una hasta cinco trozas, mostrando el volumen sin corteza. La primera troza comienza 20 cm sobre el nivel del suelo, así excluyendo el tocón de altura convencional (Véase Cuadro N° 5).
- c) El diámetro mínimo comercial es para el uso de madera para pulpa 7.5 cm sin corteza. Fue definido ese punto con ayuda de los datos de conicidad, y se preparó así una curva que indica para los diferentes DAP, en el cual la altura del fuste alcanza el diámetro de 7.5 cm. Hasta un DAP de 11 cm el límite comercial se queda abajo de 2 m en el fuste, es decir esos pinos no son aprovechables todavía. A un DAP 15 cm. la altura mínima aprovechable es 5.5 m y a un DAP 32 cm la altura alcanza una longitud de 14.7 m. La curva y los datos se muestran en el Gráfico N° 6.

Espesor doble de la Corteza en las diferentes Alturas del Fuste y agrupadas por clases diamétricas.

Fig. 3



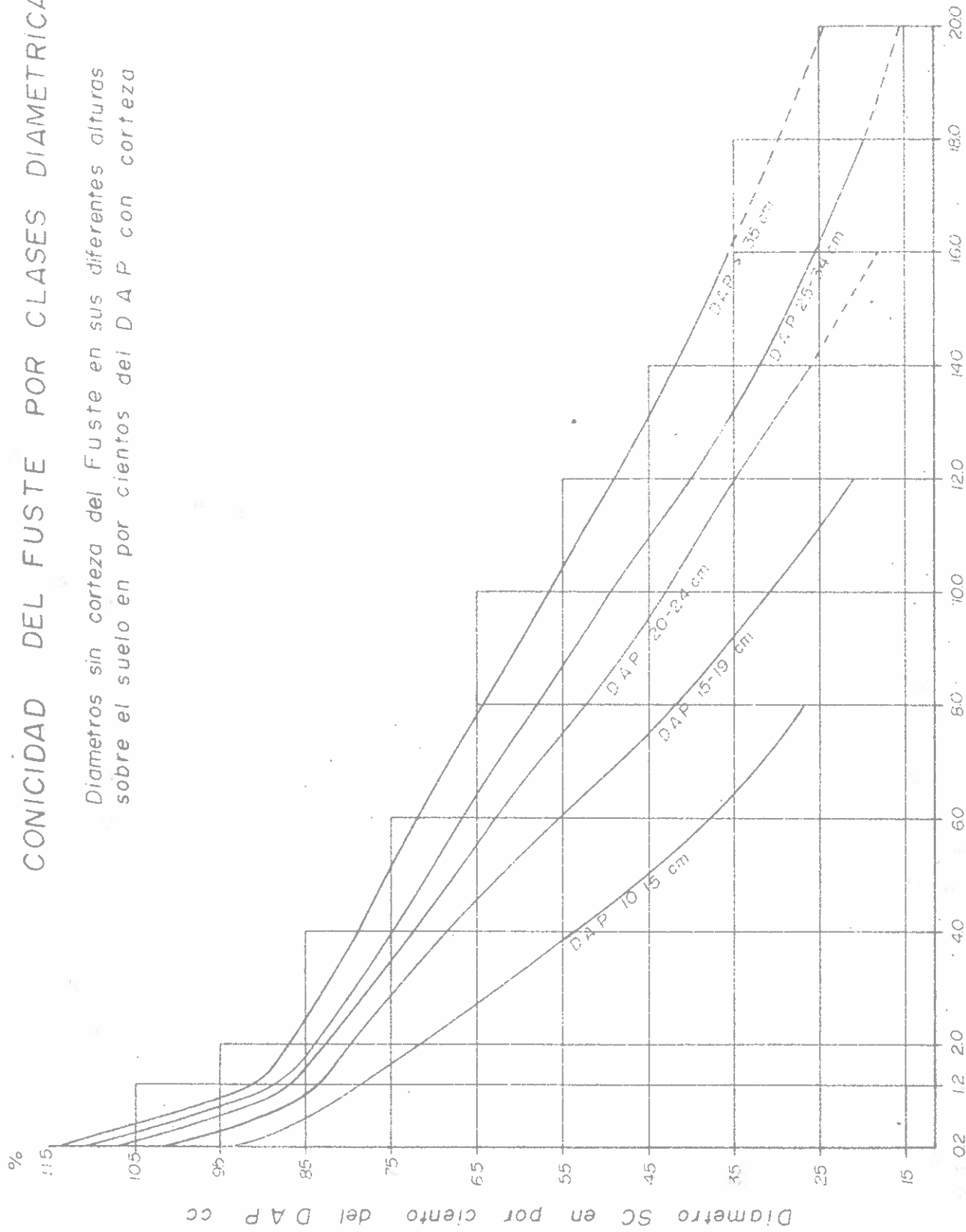
Altura en el Fuste en metros



571. Pinos Cortados como Muestra

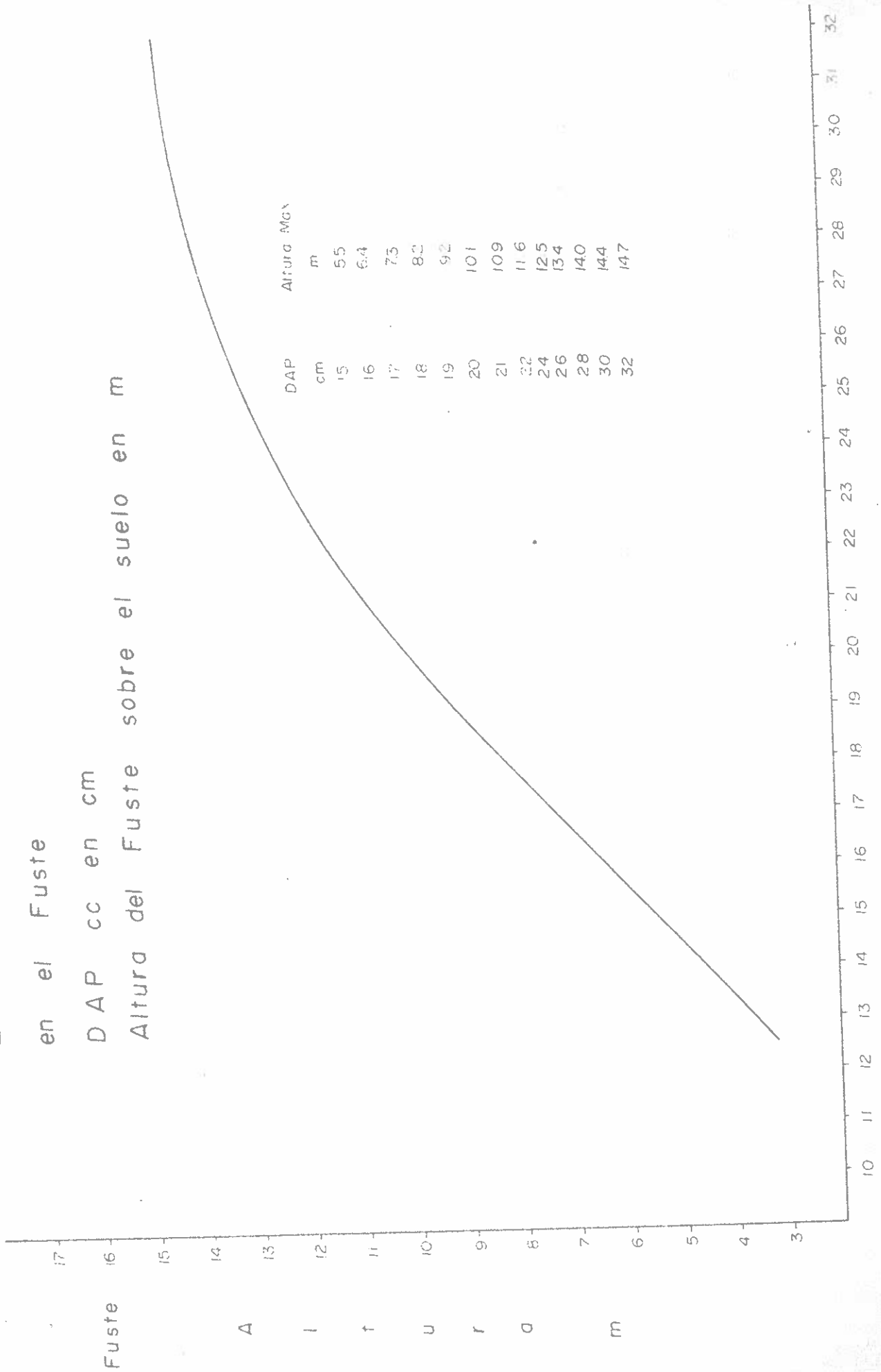
CONICIDAD DEL FUSTE POR CLASES DIAMETRICAS

Diametros sin corteza del Fuste en sus diferentes alturas sobre el suelo en por cientos del DAP con corteza



Altura en el Fuste en m

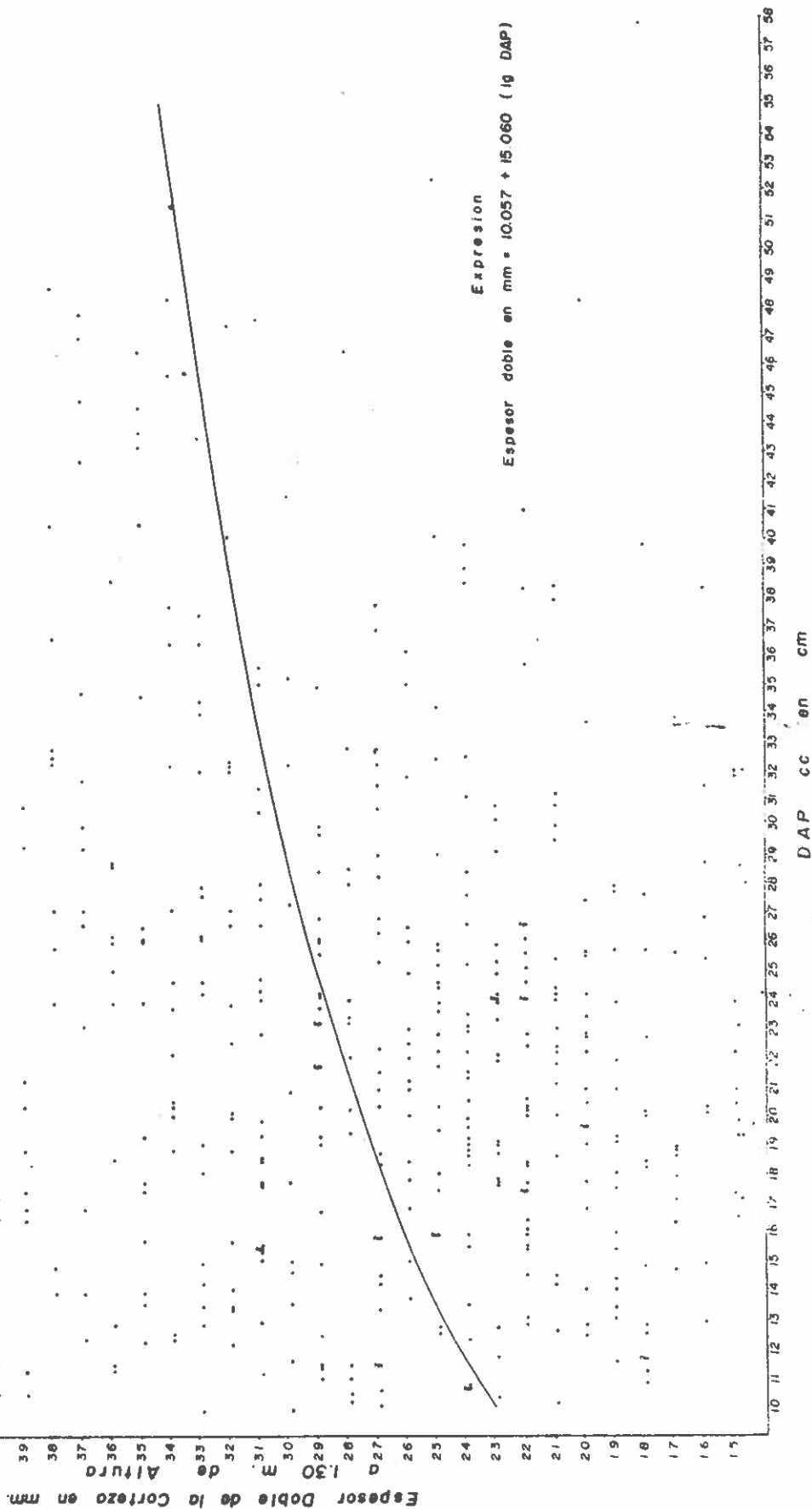
Limite del Diametro Minimum de 7.5 cm sin Corteza  
 en el Fuste  
 DAP cc en cm  
 Altura del Fuste sobre el suelo en m



D A P cc en cm

Grafico no 2

571 Pinos Cortados como Muestra  
Espesor doble de la Cortaza Ver-  
sus D A P cc



Expresion  
Espesor doble en mm = 10.057 + 15.060 (lg DAP)

DAP cc en cm

