

NOT
1992/12/C3

Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA



**UN METODO RAPIDO
PARA ESTIMACIONES
VOLUMETRICAS EN PIE**

ARIANNA SORRENTINO FATTORUSO

Nt

**NOTAS TECNICAS
Nº 12
MONTEVIDEO - URUGUAY**

Las solicitudes de adquisición y de intercambio con esta publicación deben dirigirse al Departamento de Documentación, Facultad de Agronomía, Garzón 780, Montevideo - URUGUAY

Comisión de Publicaciones Científicas:

Ing. Agr. Gonzalo González
Ing. Agr. Jorge Hernández
Ing. Agr. Margarita García
Ing. Agr. Alfredo Silva
Ing. Agr. Carlos Faroppa
Ing. Agr. Pablo Carrasco
Ing. Agr. Daniel Fernández Abella
Ing. Agr. Pablo Furest
Lic. Carlos Bentancourt
Lic. Nilda García (Biblioteca)
Bach. Gustavo Uriarte (Editor)

Un método rápido para estimaciones volumétricas en pie /
Arianna Sorrentino Fattoruso. -- Montevideo: Facultad de
Agronomía, 1992. -- 12 p. -- (Notas técnicas; 12)

CUBICACION DE ARBOLES EN PIE
INVENTARIO FORESTAL

Sorrentino Fattoruso, Arianna

CDU 634.05

UN METODO RAPIDO PARA ESTIMACIONES VOLUMETRICAS EN PIE*

Arianna Sorrentino Fattoruso**

RESUMEN

Se presenta una adaptación del método original Bitterlich - Strand utilizado para el Inventario Forestal Nacional del Uruguay, para casos particulares de plantaciones en el país.

Las fórmulas adaptadas descriptas se ajustan a tres situaciones generales: bosques de pinos resultantes de regeneración natural en regiones de dunas arenosas, plantaciones tallares de eucaliptos con varios rebrotes por cepa, y plantaciones de eucaliptos en "tres-bolillo". Su utilización es válida para una cuerda de 2 m de largo (6.28 m).

$$G(\text{m}^2/\text{ha}) = 0.25 \sum dg$$

G = área basal expresada en metros cuadrados por hectárea

Pinos

$$V(\text{m}^3/\text{ha}) = 0.1125 \sum dv^2$$

V = volumen en metros cúbicos por hectárea

Eucaliptos

$$V(\text{m}^3/\text{ha}) = 0.1250 \sum dv^2$$

dg = Diámetros a 1.30 m del suelo incluidos en la prueba horizontal en centímetros

dv = Diámetros a 1.30 m del suelo, incluidos en la prueba vertical en centímetros

$$N = 3183 \sum \frac{1}{dg} = 10000 \sum \frac{1}{Cg}$$

N = Número de árboles por hectárea

Cg = Circunferencia equivalente de los árboles de diámetro dg, en centímetros.

Recibido el 26 de junio, 1990

Aceptado el 29 de octubre, 1990

* Trabajo presentado en la Cuarta Reunión del Grupo de Trabajo de IUFRO. 91.07.09. ANTIGUA, GUATEMALA. Abril 1989. Resumen de Trabajo publicado en ACTAS.

** Ingeniero Agrónomo Forestal. Profesor Adjunto de Dasometría del Departamento Forestal de la Facultad de Agronomía.

Se sugiere además utilizar banda hipsométrica de 10 m y altura aparente de 20 m para plantaciones jóvenes, poco densas y de baja altura.

Palabras claves: /Inventario Forestal /, /Cubicación/, /Cálculo volumétrico/

SUMMARY

An adaptation of Bitterlich-Strand Method used for National Forest Inventory in Uruguay for particular cases of plantation, is given.

The modified formulae are applicable to three general cases: Pine forest obtained from seed regeneration in the coastal region, Eucalyptus coppiced forests with several shoot per stool, and Eucalyptus forests planted at triangular pattern.

The use of formulae is valid with a rope of 2 m length.

$$G(\text{m}^2/\text{ha}) = 0.25 \sum dg$$

G = stand mean basal area in m^2/ha

Pinus

$$V(\text{m}^3/\text{ha}) = 0.1125 \sum dv^2$$

dv = "diameter breast height" (1.30 m from ground level) in cm, of trees in vertical line sample

Euca-
lyptus

$$V(\text{m}^3/\text{ha}) = 0.1250 \sum dv^2$$

V = Stand mean volume in m^3/ha

dg = "diameter breast height" (1.30 m from ground level) in cm, horizontal line sample

Cg = circumference corresponding to dg

$$N = 3183 \sum \frac{1}{dg} = 10000 \sum \frac{1}{Cg}$$

N = Number of trees / ha

It is also suggested the use of 10 m hypsometric band and apparent height of 20 m for young, sparse and low-height stands.

Key words: / Forest Inventory /, / Cubature /, / Volumetric Calculus/

1. INTRODUCCION

Este trabajo presenta una adaptación de las fórmulas correspondientes al muestreo Bitterlich-Stand empleado para la realización del Inventario Forestal Nacional en el Uruguay, durante 1986-1987. Se trata de un método rápido, sencillo y fácil de aplicar, sin embargo, su fundamento matemático, que resulta teóricamente exacto, se ve dificultado por algunos problemas de orden práctico en determinado tipo de plantaciones comunes en el país.

En base a la primera experiencia recogida durante todo el trabajo de campo del inventario, se analizan las situaciones particulares y se efectúan sugerencias y modificaciones de procedimiento, lo que determina una adaptación de las fórmulas originales empleadas.

2. MATERIALES

Se trata de un material de gran heterogeneidad dasométrica, con características muy variables.

El método fue empleado en plantaciones de todo el territorio nacional del Uruguay, constituido por los géneros pinos y eucaliptos, para un vasto rango de edades que oscilan entre unos pocos años de implantados al estado adulto o incluso senescente de ciertos bosques de edad muy avanzada (más de 70 años).

3. METODOLOGIA

El método Bitterlich-Strand se basa en dos tipos de pruebas:

- prueba horizontal para determinar directamente área basal por hectárea, utilizando la banda "1" de numeración del relascopio modelo banda angosta, y
- prueba vertical para determinación de volumen por hectárea, realizada con la banda hipsométrica de 20 m.

En las pruebas se define una parcela rectangular de largo constante, constituido por la cuerda de 15.71 m colocada perpendicularmente a las hileras de plantación, y cuyo ancho, que es variable, no es preciso conocer.

La prueba horizontal consiste en comparar los diámetros aparentes de los árboles (DAP = diámetro a 1.30 m desde el suelo), con la banda "1" del relascopio, y medir dicho diámetro en aquellos ejemplares cuyo diámetro aparente resulte mayor o igual al ancho de la banda "1".

Simultáneamente la prueba vertical se realiza calculando la altura aparente de los árboles con la banda de 20 m: en aquellos árboles cuyas alturas aparentes resultan mayores o iguales a 40 m se registran los DAP para cálculo de volumen.

Las planillas utilizadas en terreno poseen las siguientes características:

fila árbol n°	1		2		3		n	
	dg	dv	dg	dv	dg	dv	dg	dv
1								
2								
⋮								
⋮								
⋮								
⋮								
m								

“dg” y “dv” representan diámetro de árboles (DAP) incluidos en las pruebas horizontal y vertical respectivamente, en centímetros.

“m” es el número máximo de árboles en la fila y “n” número total de filas contenidas en la distancia “5 “ m.

Las Figuras No. 1 y No. 2 ilustran el procedimiento de muestreo en terreno. La Figura No. 3 muestra el fundamento del método.

Las fórmulas utilizadas para calcular área basal, volumen, altura y número de árboles por hectárea, se basan únicamente en los diámetros reales medidos en terreno, de los árboles incluidos en el conteo de las pruebas horizontal y vertical.

Es decir, aquellos individuos que cumplan con la condición de diámetro aparente mayor o igual a banda “1” y altura aparente mayor o igual a 40 m (con banda hipsométrica de 20 m).

PRUEBA HORIZONTAL CON RELASCOPIO BITTERLICH

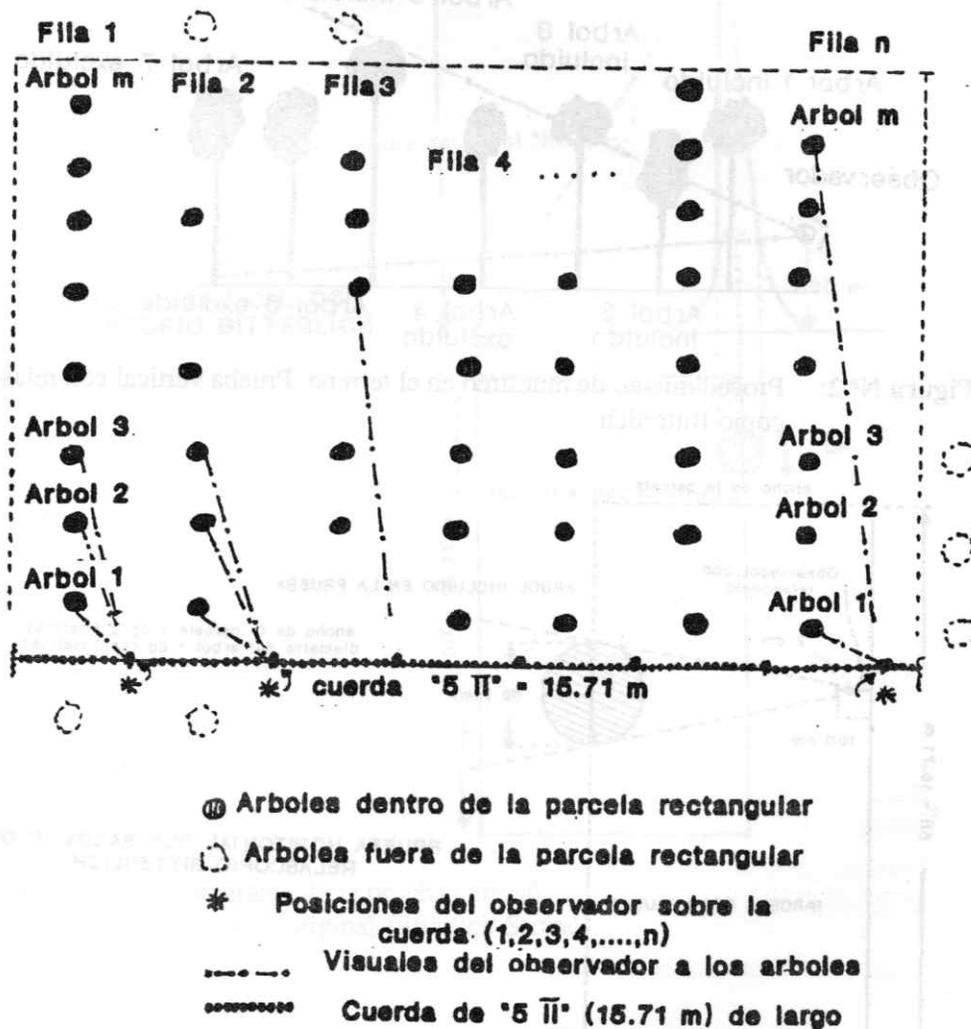


Figura N° 1: Procedimiento de muestreo en el terreno - Prueba horizontal con relascopio Bitterlich.

PRUEBA VERTICAL CON RELASCOPIO BITTERLICH

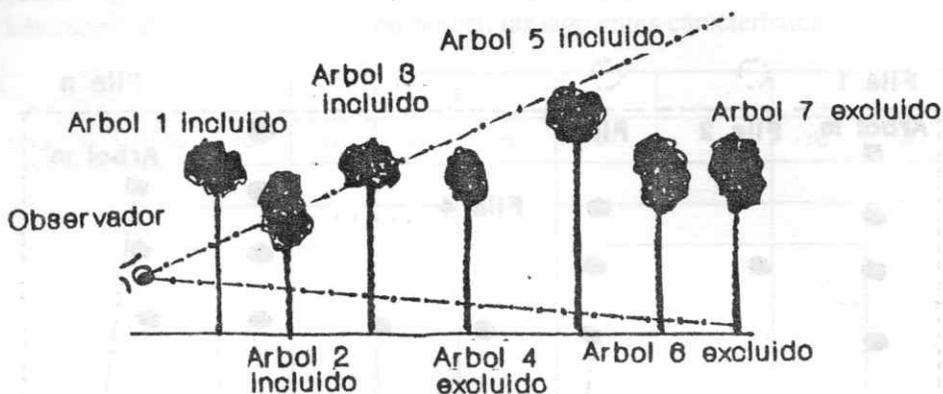


Figura N° 2: Procedimiento de muestreo en el terreno. Prueba vertical con relascopio Bitterlich

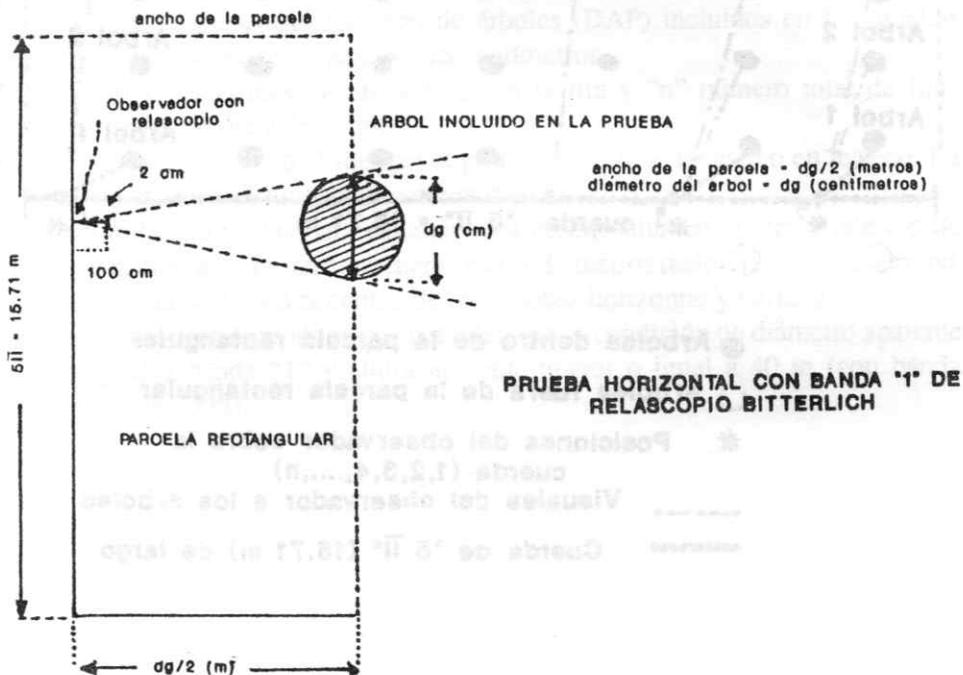


Figura N° 3: Diagrama de la prueba horizontal. (método original Bitterlich-Strand)

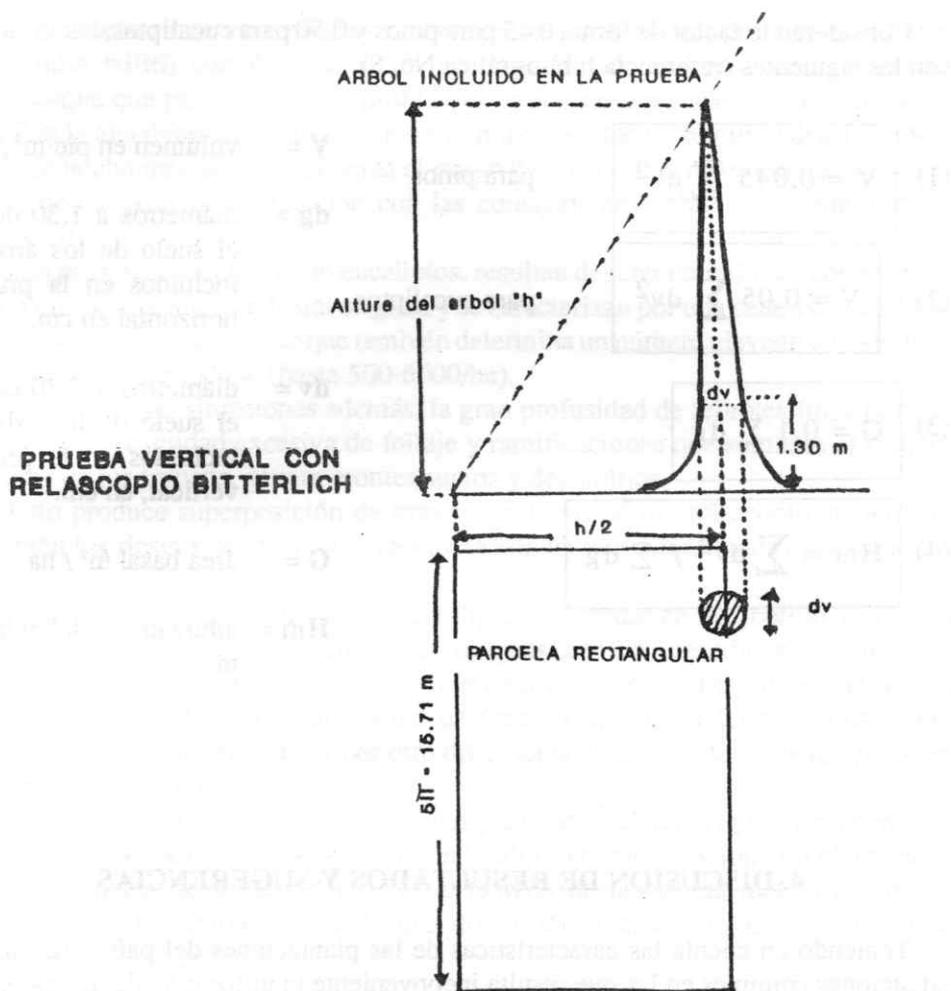


Figura N° 4: Diagrama de la prueba vertical.
(método original Bitterlich-Strand)

Considerando factor de forma 0.45 para pinos y 0.50 para eucaliptos, las fórmulas son las siguientes (referencia bibliográfica No. 8).

- | | | | |
|-----|----------------------------|-----------------|---|
| (1) | $V = 0.045 \sum dv^2$ | para pinos | V = volumen en pie m^3 / ha
dg = diámetros a 1.30 desde el suelo de los árboles incluidos en la prueba horizontal en cm. |
| (2) | $V = 0.05 \sum dv^2$ | para eucaliptos | |
| (3) | $G = 0.1 \sum dg$ | | dv = diámetros a 1.30 desde el suelo de los árboles incluidos en la prueba vertical, en cm. |
| (4) | $Hm = \sum dv^2 / \sum dg$ | | G = área basal m^2 / ha
Hm = altura media del rodal en m |

4. DISCUSION DE RESULTADOS Y SUGERENCIAS

Teniendo en cuenta las características de las plantaciones del país, existen tres situaciones comunes en las que resulta inconveniente la utilización del método:

- zonas de regeneración natural de pinos en la región costera
- plantaciones tallares de eucaliptos con varios rebrotes por cepa
- plantaciones de eucaliptos en "quinconce" o "tres - bolillo"

En el caso de la regeneración natural de pinos a partir de semillas en dunas arenosas costeras, es común encontrar sectores densamente poblados con un número variable de pies entre 3.000 y 5.000 árboles por hectárea, distribuidos en forma desordenada sobre la duna.

A esto debe sumarse en muchos casos la presencia abundante de "Acacia" (*Acacia longifolia willd*) que dificulta hasta la alineación de la cuerda, por el cerrado sotobosque que provoca incluso problemas en el acceso a zonas impenetrables.

Con la alta densidad de individuos y la imposibilidad de seguir la distribución en filas de hecho inexistentes, aumenta el riesgo de error por la repetición de árboles en el conteo o bien su eliminación con las consiguientes sobre o subestimación de volumen.

Las plantaciones tallares de eucaliptos, resultan del crecimiento de rebrotes luego del corte de la plantación fustal original y se caracterizan por una cantidad variable de fustes por cada cepa o pie, lo que también determina un número elevado de individuos por unidad de superficie (hasta 500-6000/ha).

En numerosas situaciones además, la gran profusidad de rebrotes finos por cepa provoca una cantidad excesiva de follaje y ramificaciones que sumadas al ritidoma caduco de los troncos, genera montes sucios y desprolijos.

Esto produce superposición de troncos en la visual del relascopio aumentando también los riesgos de error en la identificación de individuos y sus mediciones.

En el caso de las plantaciones de eucaliptos realizadas en tres-bolillo, sistema de implantación de bosques muy difundido en el país hace 2 o 3 décadas, el inconveniente principal está dado por la presencia de filas alternadas, lo que por un lado aumenta la proporción de individuos por unidad de área en la parcela (con el consiguiente entrecimamiento del método) y por otro dificulta la ubicación de la cuerda perpendicularmente a las hileras.

Teniendo en cuenta las tres situaciones planteadas, en que el problema común en ellas está dado por la alta densidad de individuos en comparación con plantaciones convencionales, se sugiere disminuir el tamaño de la parcela teórica rectangular definida con la cuerda, utilizando una dimensión menor, que incluye una menor cantidad de ejemplares.

Para ello se propone utilizar en estos casos, una cuerda de 6.28 m de largo ("2 ") lo que permite además simplificar las fórmulas originales de cálculo, según se indica:

- (5) $G(\text{m}^2/\text{ha}) = 0.25 \sum dg$ **G** = área basal expresada en metros cuadrados por hectárea
- (6) $V(\text{m}^3/\text{ha}) = \frac{FF}{4} \sum dv^2$ **dg** = sumatoria de los diámetros a 1.30 m del suelo, incluidos en la prueba horizontal en centímetros
- (7) $N = 3183 \sum \frac{1}{dg}$ **V** = volumen en metros cúbicos por hectárea
- (8) $N = 10000 \sum \frac{1}{Cg}$ **FF** = factor de forma de corrección de volumen de los fustes
- dv** = diámetro de los árboles incluidos en la prueba vertical, en centímetros
- N** = número de individuos por hectárea
- Cg** = circunferencia en centímetros de los árboles incluidos en la prueba horizontal (en el caso de medir circunferencia en lugar de diámetros)

Considerando los factores de forma promedios utilizados para los géneros pinos y eucaliptos respectivamente, las fórmulas de cubicación son:

PINOS $FF = 0.45$ (9) $V(\text{m}^3/\text{ha}) = 0.1125 \sum dv^2$

EUCALIPTOS $FF = 0.50$ (10) $V(\text{m}^3/\text{ha}) = 0.1250 \sum dv^2$

La fórmula para determinar altura promedio del rodal (Hm) no sufre modificaciones, resultando igualmente válida la presentada en el método original.

La Figura No. 5 ilustra el procedimiento considerando una cuerda de "2 " m de largo.

Otro de los inconvenientes del método resulta al realizar mediciones en árboles de corta edad o plantaciones con problemas en el prendimiento (fallas) y poca altura, asociada muchas veces a calidad de sitio; en esos casos se incluyen determinados árboles para área basal pero ninguno para volumen en la prueba vertical, lo que determina, de acuerdo a la fórmula, volumen igual a cero y área basal mayor a cero.

Esto obviamente es una incoherencia dasométrica pues por pequeñas que sean las dimensiones de los ejemplares, siempre que exista área basal, existe volumen positivo.

Para tales situaciones se aconseja utilizar clinómetro y escala hipsométrica de 10 m, disminuyendo las exigencias en la comparación de altura aparente con las lecturas.

De esta manera, manteniendo las fórmulas demostradas para el método original Bitterlich-Strand (referencia bibliográfica No. 8) la altura aparente de los árboles, debe ser mayor o igual a 20 m, a los efectos de ser incluidos en la prueba vertical para volumen.

Regeneración natural

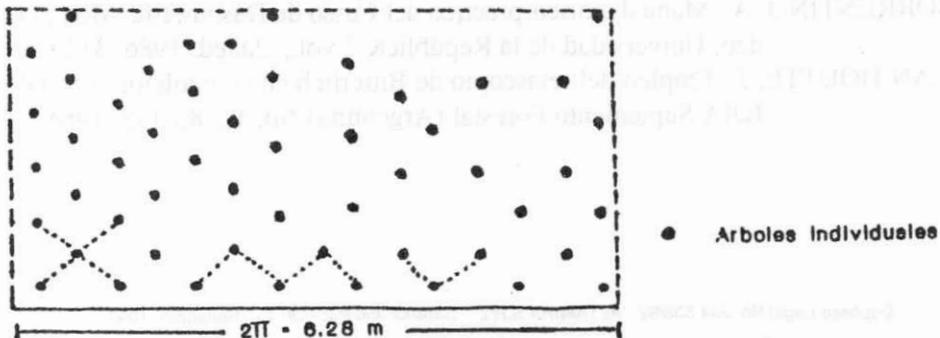
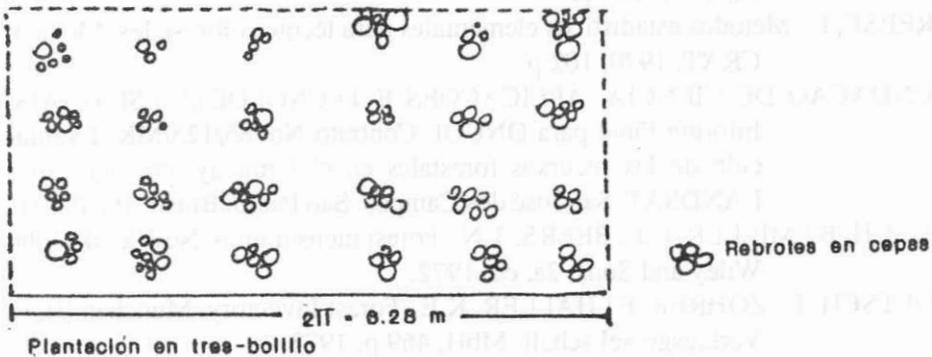
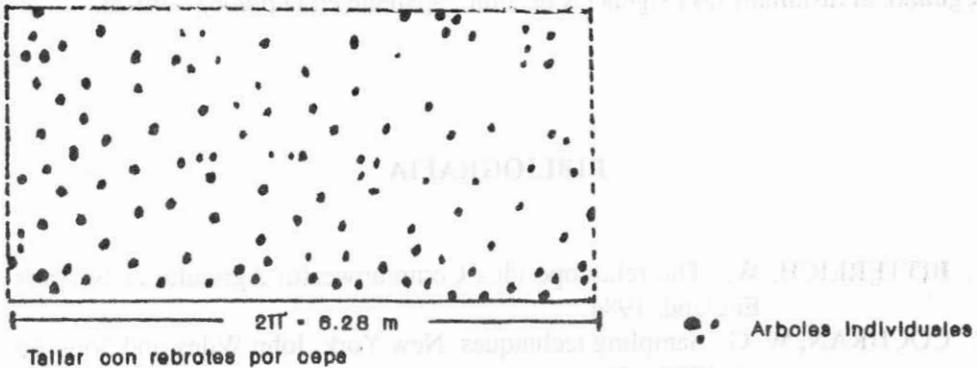


Figura N° 5: Procedimiento propuesto con la cuerda de "2πm"

01 En síntesis, cabe destacar que para plantaciones homogéneas y coetáneas el método original resulta efectivo y rápido, muy adecuado para inventarios generales a nivel nacional.

02 Las modificaciones sugeridas se basan en disminuir el tamaño de la parcela de ancho variable cuando se trabaja en poblaciones densas y heterogéneas y aumentar su tamaño para poblaciones poco densas y con individuos de poca altura.

En el primer caso esto se logra al utilizar una cuerda de menor largo, y en el segundo, al disminuir las exigencias de altura aparente en la prueba vertical.

BIBLIOGRAFIA

1. BITTERLICH, W. The relascope idea Commonwealth Agricultural Bureaux, England. 1984.
2. COCHRAN, W. G. Sampling techniques. New York, John Wiley and Sons. 2a. ed. 1977. 428 p.
3. FREESE, F. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. México, CRAT, 1970. 102 p.
4. FUNDACAO DE CIENCIA, APLICACOES E TECNOLOGIA ESPACIAIS. Informe Final para ONUDI. Contrato No. 85/125/MK. Evaluación de los recursos forestales en el Uruguay, con imágenes LANDSAT. Sao José dos Campos, Sao Paulo, Brasil, 1987. 49 p.
5. HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.N. Forest mensuration. New York, John Wiley and Sons, 2a. ed. 1972.
6. LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K.E. Forest Inventory. Munchen BLV. Verlagsgessellschaft, MbH, 469 p. 1973.
7. SORRENTINO, A. Manual teórico-práctico del Curso de Dasometría. Montevideo, Universidad de la República, 2 vol., 2a. ed. 1986. 312 p.
8. VAN HOUTTE, J. Empleo del relascopio de Bitterlich en la medición forestal. IDIA Suplemento Forestal (Argentina) No. 12: 83-113. 1964

Biblioteca de la FAGRO



Notas técnicas

1992 nro. 12 c. 1