

## **ELEMENTOS DE MUESTREO PARA EL DISEÑO DE UN INVENTARIO DEL BAYAL (*Desmoncus* spp.) EN EL BOSQUE PETENERO**

Pedro Pineda, Daniel Marmillod, Pedro Ferreira, Rafael Angel Ocampo

**Summary:** The design of a single inventory to generate statistically reliable information for timber and non-timber products, is one of the steps in Olafo's strategy to incorporate non-timber species in the diversified forest management. This paper discusses the sampling elements needed to include in the design of a traditional forest inventory (to be carried out in Peten, Guatemala), the assessment of a non-timber resource, bayal (*Desmoncus* spp.). The number of plots is determined by the accuracy required to estimate timber volume; nonetheless, it is possible to evaluate, at the same time, the stocks of a non-timber product (useful length of bayal) within an acceptable confidence interval. It is also stated that bayal presents a spacial distribution in patches of up to 400 m<sup>2</sup>; so, subplots can be as large as that area.

### **Introducción**

*Estrategia del Proyecto Olafo para incorporar especies no maderables en sistemas de manejo diversificado del bosque*

Para que los bosques sean percibidos como un componente útil, e integrados en el sistema de producción campesino en zonas de frontera agrícola, es fundamental el aumento del número y tipo de especies utilizadas. Bajo esta premisa, tanto especies maderables como no maderables, tradicionales y no tradicionales, son de interés. Pero, para que este componente se constituya en un aporte permanente al presupuesto familiar, y asimismo se garantice la conservación del ecosistema, el silvicultor debe contestar una pregunta clave: ¿cuál es la cosecha posible de cada recurso, maderable o no, de manera sostenible? La respuesta exige tomar en cuenta características demográficas y de crecimiento de cada una de las especies de interés, y considerar sus reacciones a las intervenciones silviculturales.

Cómo generar la información requerida para contestar a esta pregunta en el caso de las maderables es harto conocido; sin embargo, no lo es tanto en el caso de las especies no maderables, debido a la falta de métodos de evaluación debidamente experimentados. Por tal razón, Olafo ha seguido un proceso de investigación propio para desarrollar las herramientas metodológicas necesarias para obtener la información mínima requerida en la toma de decisiones de manejo sobre no maderables. Este proceso consta de cinco etapas:

#### *1. Conocimiento de la estructura poblacional de la especie*

¿Cuáles características biológicas permiten diferenciar en el conjunto de individuos de una especie, por lo menos las subpoblaciones juvenil y productiva? ¿Qué observar y/o medir en cada individuo para poder asignarlo a un estado de desarrollo?

#### *2. Estimación del producto*

¿Cuáles son las variables en los individuos de la subpoblación productiva de una especie, que se revelan suficientes para estimar de manera fiable las existencias de producto cosechable? ¿Cuál es la relación entre las variables observadas y/o medidas y la cantidad de producto cosechable?

#### *3. Estimación de las existencias del recurso en la "Unidad de manejo"*

¿Cómo diseñar el inventario de manera que su ejecución cueste lo mínimo sin descuidar la precisión de los resultados? ¿Cuál es la distribución espacial de la especie dentro de la "Unidad de manejo"?

#### 4. *Desarrollo de la propuesta de sistema silvicultural*

¿Cuál es la reacción de la especie al conjunto de tratamientos silviculturales aplicados al bosque con fines de producción diversificada?

#### 5. *Fijación de la posibilidad de cosecha sostenible del recurso*

¿A cuánto asciende el crecimiento productivo de la especie sometida al sistema silvicultural propuesto?

La presente ponencia presenta los primeros pasos de la metodología de evaluación desarrollada para el bayal (*Desmoncus* spp.) en El Petén, con énfasis en la conceptualización del diseño base de la tercera etapa.

*El bayal (Desmoncus spp.), reseña del desarrollo de las etapas 1 y 2*

(adaptado de Marmillod *et al.* 1995)

*La planta y el producto.* El bayal, único género de palmas trepadoras en América tropical, forma una macolla no muy densa, con excepcionalmente más de 8 tallos delgados y espinosos, que alcanzan las copas del estrato medio del bosque cuando maduran y cuyo largo no es posible estimar objetivamente, debido al hábito de crecimiento de la especie. El tallo provee la materia prima utilizada por los artesanos, que lo rajan en fibras cuyo ancho depende del producto por tejer y no del diámetro del tallo.

*Estructura demográfica.* Número y largo de los tallos en cada macolla son las variables elegidas para diferenciar los estados de desarrollo de la planta. Con base en una clasificación simple de los tallos (retoño, tierno y maduro), se reconocen los estados de desarrollo siguientes: plantas de regeneración, cuyo tallo más desarrollado es un retoño; plantas juveniles establecidas, con el tallo más desarrollado tierno; plantas adultas en crecimiento, compuestas por lo menos de un retoño o tallo tierno y de un tallo maduro; y plantas adultas en reposo que poseen solamente tallos maduros. La diferenciación y denominación de los estados adultos en crecimiento y en reposo es aún tentativa y se sustenta en observaciones preliminares de diferencias de dinámica de las plantas.

*Estimación del producto.* La dificultad de medir el largo de los tallos en el bosque al momento del muestreo, y razones vinculadas a la preparación de la fibra, condujeron a estimar el producto mediante el largo utilizable de caña de bayal por unidad de superficie. Asumiendo que se contará el número de tallos aprovechables por macolla en futuros inventarios, se determinó como "función de estimación del producto" el largo promedio útil del tallo maduro aprovechable (9,77 m).

## **Metodología**

### *Diseño de inventario para estimación de las existencias*

Para minimizar costos y en el marco de un manejo diversificado del bosque, parece adecuado que un mismo inventario proporcione información estadísticamente confiable de todos los productos de interés. Para diseñar un inventario que estime el volumen de madera y a la vez las existencias de bayal, nuestro análisis toma de base la muestra definida para árboles (número y tamaño de las parcelas, llamadas "grandes") y determina la proporción de cada parcela grande donde debe muestrearse el bayal para respetar un error prefijado en la estimación del producto. Este procedimiento es un muestreo por conglomerados en dos etapas.

Utilizando la información del inventario forestal de la Unidad de Manejo de La Pasadita, Petén (53 parcelas de 1 ha, Girón *et al.* 1994), se determinó que era necesario medir por lo menos 21 parcelas para asegurar un error de muestreo inferior a 15% en la estimación del volumen maderable, 12 parcelas para un error de 20% y 8 parcelas para un error de 25%. Planeando ejecutar el inventario con fines de manejo diversificado del bosque en una Unidad aledaña a La Pasadita, tomamos este resultado y la superficie de la parcela de muestreo del inventario citado (10000 m<sup>2</sup>) como base para conceptualizar nuestro diseño.

La información sobre el bayal proviene de 22 parcelas de 2500 m<sup>2</sup>, divididas cada una en 25 subparcelas de 100 m<sup>2</sup>, ubicadas al azar dentro de un área de 40 ha en la Unidad de Manejo de San Miguel, Petén (Chinchilla 1994). Se calculó el largo aprovechable de bayal en todas las subparcelas de 100, 200, 400, 800, 1600 y 2500 m<sup>2</sup> diferenciadas dentro de las parcelas de 2500 m<sup>2</sup>. Para este largo por cada una de las superficies definidas, se estimó la varianza de la media ( $V(\mu)$ ) basada en el error esperado ( $e$ ) expresado en porcentaje

$$\hat{V}(\hat{\mu}) = \left( \frac{e}{200n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i \right)^2$$

donde  $y_i$  = media del largo de bayal en las subparcelas de la  $i$ -ésima parcela

$n$  = número de parcelas de 1/4 ha (San Miguel)

las varianzas dentro ( $\sigma_w^2$ ) y entre ( $\sigma_b^2$ ) parcelas siguiendo a Scheaffer, Mendenhall y Ott (1993)

$$s_w^2 = \frac{1}{n(m-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

$$s_b^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \hat{\mu})^2}{n-1} - \frac{s_w^2}{m}$$

donde  $y_{ij}$  = largo aprovechable de bayal en la  $ij$ -ésima subparcela

$m$  = número de subparcelas de muestreo de bayal consideradas en cada parcela (de San Miguel) para la estimación de las varianzas, simulando el muestreo por conglomerados en dos etapas

para luego calcular el número de subparcelas ( $m$ ) en cada parcela del futuro inventario que deben medirse para lograr el error esperado

$$m = \frac{\sigma_w^2}{n(\hat{V}(\hat{\mu})) - \sigma_b^2}$$

donde  $n$  = número de parcelas de 1 ha (del futuro inventario)

#### *Distribución espacial de las macollas de bayal establecidas*

La superficie de la parcela de muestreo siempre debería ser inferior al tamaño de las manchas de la especie vegetal estudiada, en caso de que su distribución espacial sea aglomerada. Por tal razón, se estudió el tipo de distribución del bayal y se trató de determinar el tamaño de las manchas de ocurrencia.

Se aplicó la prueba  $\chi^2$  de bondad de ajuste al número de macollas en parcelas de 100, 200 y 400 m<sup>2</sup> solamente, por falta de repeticiones en las superficies mayores, para determinar si el bayal se distribuye en forma aleatoria o aglomerada. En todos los tamaños, incluyendo las parcelas de 800, 1600 y 2500 m<sup>2</sup>, se estimó el parámetro de dispersión K, cuyo valor es inverso a la aglomeración de las macollas, para ver el comportamiento al incrementar la superficie.

## Resultados

La muestra más pequeña para obtener un error menor a 20% en la estimación del largo aprovechable de bayal, es aquella donde se levantan 21 parcelas de 1 ha, y en cada una se miden 20 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> (cuadro 1).

Las macollas de bayal muestran un patrón espacial aglomerado hasta la superficie mayor estudiada. Esto indica que la superficie de 400 m<sup>2</sup> aún es inferior a las manchas, y que en el muestreo de bayal, las parcelas pueden tener hasta este tamaño. De acuerdo con K, la distribución del número de macollas tiende a ser más aleatoria cuando se incrementa la superficie de la parcela.

## Conclusión

A pesar de tener un número de parcelas grandes determinado por la confianza requerida en la estimación del volumen de madera, es posible estimar a la vez un producto no maderable (el largo aprovechable de bayal) con límites de error aceptables. Esto alienta el estudio y la conceptualización del diseño de un inventario forestal diversificado, donde se incluyan todos los productos de interés, maderables y no maderables.

**Cuadro 1.** Cálculo del número de subparcelas de bayal a muestrear en parcelas de inventario forestal (grandes) para respetar un error prefijado sobre la estimación del producto (largo aprovechable de tallo)

parcelas de muestreo grandes <sup>1)</sup>	tamaño de subparcela [m <sup>2</sup> ]	subparcelas consideradas <sup>2)</sup>	$s_b^2$	$s_w^2$	error esperado [%]	subparcelas por levantar <sup>3)</sup>
$n$						$m$
21	100	5	19,79	1031,32	15	51
21	100	5	19,79	1031,32	20	20
21	100	5	19,79	1031,32	25	12
12	100	5	19,79	1031,32	20	49
12	100	5	19,79	1031,32	25	24
8	100	5	19,79	1031,32	25	46
21	400	2	453,61	2859,25	20	12
21	400	2	453,61	2859,25	25	5
12	400	2	453,61	2859,25	25	17
21	800	2	2180,44	12614,97	20	12
21	800	2	2180,44	12614,97	25	5

- 1) cada parcela de muestreo "grande" tiene una superficie de 10000 m<sup>2</sup>
- 2) número de subparcelas de muestreo de bayal (tamaño de la submuestra) consideradas en cada parcela grande para la estimación de las varianzas dentro ( $s_w^2$ ) y entre ( $s_b^2$ ) parcelas grandes
- 3) número de subparcelas para muestreo de bayal a levantar dentro de cada parcela grande para respetar el error esperado

### Literatura citada

CHINCHILLA, M. 1994. Caracterización de las poblaciones de bayal (*Desmoncus spp.*) con fines de aprovechamiento artesanal, en la Unidad de manejo forestal de San Miguel, San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 134 p.

GIRON, E. R.; MARMILLOD, D.; STANDLEY, S. 1994. Inventario forestal de la Unidad de Manejo de la aldea La Pasadita, San Andrés, Petén. Turrialba, Costa Rica, CATIE/PBN. 20 p.

MARMILLOD, D.; OCAMPO, R.; ROBLES, G. y CHINCHILLA, M. 1995. La evaluación de recursos no maderables en el marco del manejo diversificado de bosques tropicales: las experiencias de CATIE-OLAFO en América Central. In: KÖHL, M.; BACHMANN, P.; BRASSEL, P.; PRETO, G. (eds). 1995. The Monte Verità Conference on Forest Survey Designs. "Simplicity versus Efficiency" and Assessment of Non-Timber Resources. Birmensdorf, Switzerland, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. pp. 132-140.

SCHEAFFER, R.L.; MENDENHALL, W. y OTT, L. 1993. Elementos de muestreo. Trad. G. Rendón y J. R. Gómez. México, Grupo Editorial Iberoamérica. 321 p.