

Autor: Ing. Joelvis Osorio Osorio

e-mail: joelvis Osorio Osorio

Título: Propuesta de un método de inventario eficiente como base de un manejo integral sostenible en la unidad u. s Cayo Güin,EFI Baracoa.

Universidad: Guantánamo.

Organismo: MES

Centro: Filial Universitaria Imías

RESUMEN

El estudio de este trabajo está enmarcado en las áreas forestales de la Unidad Silvícola Cayo Güin, perteneciente a la EFI Baracoa Guantánamo, con el objetivo de establecer un método de inventario eficiente que brinde las informaciones con bajo costo y alta precisión, las cuales serán las bases para la elaboración del Proyecto de Ordenación y manejo en la EFI Baracoa; se estableció una comparación entre el método de Bitterlich y el Proceso de Estratificación. El número de puntos de muestreo que plantea el Manual de Instrucción de Ordenación de Montes es innecesario, pues el mismo es más de 9 veces mayor y más costoso que si se aplica un muestreo estratificado. El método de inventario por estratos resultó ser más eficiente que el método aplicado en la toma de datos a razón de tres puntos por rodal y mediante un muestreo sin estratificar, no sólo en cuanto al costo sino también en cuanto a su precisión. La formación de estratos, tomando como criterio de estratificación los volúmenes de madera de los rodales resultó ser adecuado y de posible aplicación en próximos inventarios. Económicamente la aplicación de este método en los futuros inventarios le reportará las siguientes ventajas: se ahorrará más de 26 mil pesos por concepto de salario, el gasto de combustible es 9,4 veces menor, lo que equivale a un ahorro de aproximadamente, 80640 litros de petróleo, el tiempo invertido así como los gastos en el trabajo de gabinete es igualmente mucho menor en la misma proporción anterior.

Palabras claves: Método, Bitterlich, Estratificación, Muestreo, Ordenación.

INTRODUCCIÓN

En Cuba se comienzan los proyectos de Ordenación de Montes en 1977, elaborándose el primer proyecto en todas las empresas forestales del país. Desde entonces se previó realizar esta ordenación con una rotación de 10 años, para la cual se estableció un manual de instrucciones para la elaboración de dichos proyectos. A causa de la escasez de recursos como consecuencia del período especial no se realizó el proyecto de Ordenación de Montes en su tercera etapa (decenio 1986-1996).

Esto ha motivado que haya en la actualidad una desactualización total de las informaciones. Es por ello que todas las empresas forestales del país, se han propuesto la realización del inventario para la actualización de las informaciones vigentes desde 1986, así como la elaboración y ejecución del proyecto de ordenación con vista al manejo sostenible de sus respectivas áreas forestales.

Problema:

La desactualización de las informaciones existente de la ordenación realizada en 1986 y el elevado costo del inventario que actualmente se aplica en Cuba con vista a ordenación y el manejo sostenible del mismo.

Objeto.

El objeto de estudio de este trabajo son las áreas forestales en la Unidad Silvícola Maguana perteneciente a la EFI Baracoa.

Hipótesis

Es posible reducir el costo y elevar la precisión de los trabajos de inventario y ordenación, aplicando un método de inventario estratificado que posibilite obtener informaciones cuantitativas y cualitativas cuantificar el potencial productivo de dichos bosques con un menor costo que el actual y con mayor o igual precisión en las informaciones.

Objetivo

Por todo lo anterior en este trabajo se persigue el objetivo de establecer un método de inventario eficiente que brinde las informaciones con bajo costos y alta precisión, las cuales serán las bases para la elaboración del proyecto de Ordenación y manejo en la EFI Baracoa.

DESARROLLO

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La unidad de manejo Baracoa objeto de este trabajo tiene una superficie total de 11680,67 ha (Ver tabla 1.1). Esta área está distribuida en 39 lotes, los cuales difieren en tamaños. Todos los lotes están categorizados según lo establecido en la Ley Forestal del país, por lo que los mismos tienen como objetivo fundamental la producción de madera.

Los lotes se dividieron en rodales y los elementos que se tomaron en cuenta para diferenciarlos dentro del lote son, entre otros, la edad, los diámetros medios, altura media, área basal, la densidad, las existencias de madera, la calidad de sitio y la composición del bosque. Los lotes en el área de estudio están conformado entre cinco y cuarenta rodales, formando masas puras de plantaciones de *Pinus caribaea*, *Pinus tropicalis* y *Eucalyptus sp.* con diferentes edades, así como rodales puros naturales de *Pinus tropicalis*. Asimismo aparecen algunos rodales caracterizados por la mezcla de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicales*, *Pinus caribaea* y *Eucalyptus sp.* y *Pinus tropicalis* y *Eucalyptus sp.* En el área de estudio no se encontraron rodales naturales de *Pinus caribaea*. Los rodales de *Eucalyptus sp.* se están manejando fundamentalmente como tallar donde se realizan talas rasas para la extracción de cujes de tabaco y como monte alto, realizándose talas por entresaca para la extracción de maderas rollizas y postes de servicio público para la planta de cerosota.

Existen varios rodales ocupando un elevado porcentaje del área total cubiertos por la vegetación de galería donde abundan especies de gran valor como el *Callophyllum antillanum* (Ocuje), *Andira inerme* (Yaba), *Bucida simaruba* (Almácigo), *Prunus occidentalis* (Cuajaní), Júcaro prieto, entre otras. Asimismo hay una parte considerable ocupada por rodales mixtos naturales donde también pueden encontrarse especies de valor para diferentes usos. Otra parte del áreas está siendo utilizada para uso agrícola y además existen cuatro rodales ocupados respectivamente por *Hibiscus elatus*, Encino, *Tactona grandis* y *Swietenia mahagoni* (Ver tabla 1.1).

Tabla 1.1 : distribución de las áreas según su uso

Terrenos	Área en ha	% respecto al área total
auto consumo	90.42	0.77
área talada	134.74	1.15
calvero	609.94	5.22
galería	1677.99	14.37
deforestada	66.24	0.57
cuerpo de agua	39.07	0.33
<i>eucalyptus</i>	150.56	1.29
<i>Pinus caribaea</i>	2642.6	22.62
<i>Pinus tropicalis</i> natural	2869.9	24.57
<i>Pinus tropicalis</i> plantación	1278.43	10.94
ANAP	1618.81	13.86
<i>Hibiscus elatus</i>	7.54	0.07
Ecino	7.769	0.07
<i>Tectona grandis</i>	3.81	0.03
Area inforestadas	194.17	1.66
Monte Mixto Natural	264.63	2.27
<i>Swietenia mahagoni</i>	24.05	0.21
total	11680.67	100

El origen de los rodales es por regeneración natural (*Pinus tropicalis*) y por plantaciones(*Pinus caribaea*, de *Pinus tropicalis* y *Eucalyptus sp.*). Existen rodales de *Pinus caribaea* plantados en sitios propios para *Pinus tropicalis*, el cual al regenerarse ha formado rodales mezclados de *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea*.

En general los rodales de *Eucalyptus* manejados en forma de tallar para la producción de cuje de tabaco no presentan un buen estado de desarrollo y los que se manejan para la producción de madera rolliza y para postes de servicio público presentan una densidad muy baja con tendencia a la degradación debido a una sobre explotación.

Los rodales naturales mixtos existente fueron áreas de piaras que se talaron y se plantaron varios años atrás y al no dársele las atenciones se perdió la plantación de pino y surgieron especies forestales, la mayoría de poca importancia económica.

Los bosques de galería que rodean los cursos de agua, asegurando un buen caudal y disminuyendo la erosión mecánica causada por las fuertes escorrentías; en estos bosques de galería se encuentra, además de las especies de valor citadas anteriormente, una alta diversidad de especies desde la exótica pomarrosa hasta la palma real (*Reitonia regia*), el Macurije (*Mataiba opositifolia*), entre otras.

Los bosques de galería no fueron muestreados para poder calcular su existencia e incremento medio anual (IMA), pero existen trabajos realizados en la zona donde se analiza la posibilidad de elevar el valor de los bosques de galería, tratando de introducir especies de alto valor económico como la majagua entre otras, sin afectar su papel principal de protector.

Las áreas inforestales y zonas agrícolas en esta unidad de manejo cubren las partes pobladas, viales, tendidos eléctricos entre otros; estas zonas inforestales son de fácil reconocimiento por su ausencia de bosque y la presencia de instalaciones como micro presas, viviendas, estaciones de bomberos, almacenes, áreas de pastoreo, plantaciones agrícolas, etc. Las áreas inforestales abarcan una superficie total de 1748.3 ha. Dentro de la Unidad de Manejo objeto de estudio como áreas inforestales se encuentran: áreas de autoconsumo de la empresa y otros de cultivos varios y área del ANAP (Ver tabla 1.1).

PROCEDIMIENTO DE INVENTARIO O TOMA DE DATOS

Trabajo realizado en el campo para la toma de las informaciones

El método de BITTERLICH o método de parcelas de áreas variables fue aplicado en Cuba, por primera vez, en el inventario realizado en 1977 con el objetivo de realizar la Ordenación a todas las empresas forestales. Este método fue desarrollado por el austriaco BITTERLICH en el año 1948.

En la toma de datos en el campo mediante el empleo del método de BITTERLICH se aplicó un muestreo sistemático donde, para evitar muestrear los mismos árboles más de una vez, los puntos de muestreos fueron ubicados y levantados a una distancia entre 60 m y 100 m, en dependencia del área de cada rodal. En cada rodal muestreado se tomó una línea de tasación, ubicándose los puntos de tasación o de muestreo en forma de zigzag, a ambos lados de la línea, para asegurar la mayor representabilidad de cada rodal. Fueron levantados entre 2 y 5 puntos de muestreo por rodal, en dependencia de la uniformidad de la masa en cuanto al diámetro, la altura, la densidad, la edad, o en cuanto a la propia estructura y composición del rodal. O sea si el rodal presenta una uniformidad tanto dasométrica como en su composición fue suficiente levantar dos puntos de muestreo, si por el contrario el rodal presenta diferencias en su uniformidad se levantaron más de dos puntos de muestreo hasta un máximo de 5 puntos en dependencia del grado de uniformidad y del tamaño del rodal.

Para la medición del área basal con el método de BITTERLICH se trabajó con una regla basada en el mismo principio del autor del método.

En este caso, siguiendo lo planteado por Aldana et al. (1994) y Wenk (1978), el factor de área basimétrica (FAB), más apropiado a emplear en cada rodal, se seleccionó en dependencia de la densidad de árboles del rodal, de los diámetros de los árboles y de las características del sotobosque (densidad, altura y espesura del mismo) y de la pendiente del terreno. De este modo se emplearon en los respectivos rodales, de acuerdo con lo explicado anteriormente, los factores de áreas basimétricas 1, 2 y 4.

Una vez ubicado el punto de muestreo y el FAB a emplear se procedía a tomar los datos donde además del área basal se midió el diámetro de los árboles que se contaron como 0,5 o 1 y la altura de los 5 árboles más próximo al punto de muestreo. También fueron tomados datos como la vegetación asociada, sotobosque, pendiente y el estado sanitario del rodal, entre otros. Todos los datos fueron registrados en un formulario de campo y están archivados en el Dpto. de Producción Forestal.

Procesamiento de las informaciones

En el trabajo de gabinete se realizaron los cálculos dasométricos y se confeccionó el mapa del área de investigación con la nueva rodalización con los respectivos límites, así como los caminos, trochas, embalse, calvero, etc. Asimismo fue calculada el área total y de cada lote y rodal.

Elaboración de los Mapas del Área de trabajo.

El mapa del área fue elaborado con AutoCad-Map, mediante el cual se elaboró el modelo digital del terreno, el mapa por estratos, de pendiente, de camino y para calcular las áreas.

El procedimiento utilizado se resume a continuación: primeramente se dibujaron sobre láminas de acetato las áreas delimitadas de cada estrato y de cada lote con algunos puntos de referencias de cotas conocidas, y en otra lámina las principales curvas de pendientes, así como algunos puntos de referencias con cotas conocidas. Después para la captura de datos se procedió a escanear los planos resultantes y a editar las imágenes utilizando el programa Map Escáner, para después efectuar la vectorización (digitalización automática) y la georeferenciación. El proceso de georeferenciación se realizó usando puntos de control en el mapa topográfico y en el mapa vectorial.

Posteriormente el mapa en formato vectorial con los estratos y los lotes fue exportado al SIG conocido como ILWI versión 2.2 para editar un mapa de segmento y luego de polígono, que se utilizaron para calcular áreas automáticamente y formar el mapa del área de manejos. Además se obtuvo las áreas de los lotes con la ubicación de los rodales permanentes tanto forestales como inforestales

PROCESO DE LA ESTRATIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que la cantidad de puntos de muestreos o puntos de tasación a realizar es demasiado grande cuando se aplica lo que está establecido en el manual de instrucción de ordenación de monte; fue necesario investigar la posibilidad de aplicar un método de muestreo estratificado con vista a reducir los costos del inventario con una mayor precisión en los resultados.

Para aplicar este método es importante hacer algunas mediciones o contar alguna información previa proveniente del área a ser muestreado, las cuales servirán de base para hacer la estratificación.

Según PELLICO y BRENA (1997) el inventario estratificado se hace con el objetivo de reducir la varianza dentro de los estratos o el costo del muestreo y para aumentar la precisión de las estimativas hechas.

Asimismo ANNADE COCHRANN (1977) plantea que, en general, la estratificación aumenta la precisión de las estimativas cuando la población posea características, cuyos tamaños y dimensiones no varían ampliamente; cuando la varianza medida tenga una estrecha correlación con el tamaño o dimensiones de las características y cuando se dispone de una buena medida del tamaño de los estratos.

Lo primero que se hizo fue formar 4 grandes estratos de acuerdo a las especies y el origen de las mismas, es decir plantación o regeneración natural. De acuerdo con lo anterior se formaron los estratos constituidos por: los rodales plantados con *Pinus caribaea*, los rodales plantados con *Pinus tropicalis*, los rodales naturales de *Pinus tropicalis* y los rodales plantados con *Eucalyptus sp.*

Posteriormente cada uno de estos grandes estratos fueron subestratificados en base al volumen. En la tabla 3.1 están representados los subestratos por especie y el rango del volumen correspondiente a cada uno de ellos, así como el total de rodales en cada subestrato.

Tabla 3.1: Número de rodales por estratos para cada especie maderable del área de estudio.

Estrato	Volumen en decena m ³ /ha	Total de rodales por estrato			
		Pc. Plant.	Pt Plantación	Pt Natural	Eu Plantación
I	< 5,0	31	17	34	1
II	5,1 –10,0	99	55	106	8
II	10,1-15,0	38	7	43	3
IV	15,1-20	33	5	12	7
V	> 20,0	37	2	10	-

Después de definir los 4 grandes estratos se calculó el número total de puntos de muestreo que es necesario levantar si se aplica lo que establece el manual de instrucción para la Ordenación de Montes en Cuba, el cual establece que el número de puntos a levantar en cada rodal está en función del área y la densidad del mismo.

Asimismo se calculó estadísticamente mediante un muestreo piloto el tamaño necesario de la muestra para alcanzar una precisión de 12% con una probabilidad del 95%.

Los dos resultados anteriores fueron comparados con el total de puntos de muestreo realmente levantado en el trabajo de campo a razón de tres puntos por rodal como promedio y los resultados se indican en la **tabla 3.2**.

Tabla 3.2 : Comparación entre el tamaño de la muestra (cantidad de puntos de muestreo) determinado por tres métodos en cada una de las especies.

Estratos	Puntos según el Manual de Ordenación	Puntos realizados	Puntos calculados estadísticamente
Pc. Plantación	1411	729	112
Pt. Natural	1449	650	93
Pt. Plantación	597	270	108
Eucalyptus sp.	74	39	52
total	3531	1688	365

Como se observa el total de puntos a levantar si se aplica lo que establece el Manual de Instrucción de Ordenación es dos veces lo que se levantaron a razón de tres puntos como promedio por rodal y 9,7 veces mayor que el total de puntos necesario, calculado estadísticamente, para lograr una precisión del 12% con una probabilidad del 95%.

Se trabajó con un 12% de error teniendo en cuenta que se escogió la variable volumen, el cual es función del área basal, la altura y del coeficiente mórfico. Asimismo para el análisis estadístico se aplicaron las fórmulas estadísticas conocidas.

Por último se calculó el tamaño necesario de la muestra para la precisión deseada del 12% con un 95% de probabilidad. En este caso como las parcelas son puntos de muestreo se considera que la población es infinita. Por tanto la fórmula que se empleó para el cálculo del

tamaño (n) de la muestra es $n = \frac{t^2 * S_v^2}{E^2}$.

Los resultados de este análisis estadístico se indican en la tabla 3.3:

Tabla 3.3: Resultados del análisis estadístico de las especies sin estratificar

Parámetros estadísticos	<i>P. caribaea</i> Plantación	<i>P. tropicalis.</i> natural	<i>P.</i> <i>tropicalis.</i> plantación	<i>Eucalyptus sp.</i> Plantación
Muestreo piloto	151	119	144	33
Media en decena de m ³ /ha	11.76	8.20	8.96	9.87
Varianza	57.70	27.25	26.71	12.90
Desviación Estándar	7,60	5,22	5,17	3,59
Coef. de variación (%)	64,59	63,66	57,68	36,39
Error absoluto	1,40	0.98	1,06	0,98
Error relativo (%)	11,90	11.95	11,83	9,93
Tamaño de muestra	112	108	91	52

El muestreo piloto consistió en que se levantó la cantidad indicada de puntos de muestreo previos para poder hacer los cálculos de los parámetros estadísticos. Asimismo los errores absolutos y relativos fue el que se alcanzó con el tamaño de la muestra calculado, es decir el que aparece en la última fila. Como puede observarse en todos los casos la precisión alcanzada está por debajo del 12%

Para elevar más la precisión del inventario, es decir para hacerlo más eficiente y preciso cada uno de los 4 grandes estratos fueron estratificados nuevamente en estratos más pequeños y homogéneos según el volumen como se indica en la tabla 3.1.

El tamaño de la muestra calculado para cada uno de los 4 grandes estratos se distribuyó aplicando la fórmula de distribución proporcional entre los pequeños estratos o subestratos de cada especie, es decirle el número de puntos de muestreo para cada subestrato se determinó por la fórmula siguiente $n_h = w_h n$.

donde: n = Tamaño de la muestra calculado para cada gran estrato sin estratificar

n_h = Número de puntos de muestreo o tamaño de la muestra para cada subestrato

w_h = La participación de cada subestrato en el gran estrato, o sea, $w_h = \frac{a}{A}$, en

que: a = Área de cada subestrato y A = Área de cada gran estrato.

Luego se aplicó el análisis estadístico para un muestreo estratificado, obteniéndose los resultados que se indican en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Comparación de los parámetros estadísticos obtenidos con y sin estratificación de los rodales de acuerdo con la homogeneidad de los rodales en base al volumen.

Grandes Estratos	Media Aritmética		Varianza		Error absoluto		Error relativo	
	Estratif.	Sin Estratif.	Estratif.	Sin Estratif.	Estratif.	Sin Estratif.	Estratif.	Sin Estratif.
Pc. Plantación	11.92	11,76	5.07	57,76	0.73	1,40	6.51	11,90
Pt. Natural	8.56	8,20	0.66	27,25	0.31	0,98	4.44	11,95
Pt. Plantación	7.81	8,96	3.34	26,71	0.53	1,06	7.22	11,83

Como se observa en las dos últimas columnas de la tabla se alcanzó una mayor precisión cuando se estratificaron los rodales en base al volumen, lo que redundaría también en una mayor eficiencia en cuanto a la calidad del inventario.

Estos parámetros no fueron analizadas con el gran estrato de *Eucalyptus sp.* por varias causas:

La primera es que la superficie real de *Eucalyptus* es muy pequeña comparado con las superficies de los otros grandes estratos (**Ver tabla 1.1**).

La segunda causa es que el *Eucalyptus* presenta un fenómeno, donde se encuentran rodales muy jóvenes con densidades elevadas manejados como tallares y rodales muy viejos en un estado degradado y con densidades muy bajas, por lo que hay una diferencia muy marcada, siendo precisamente esta característica la que permitirá la aplicación de este método de estratificación. Es decir que el inventario del *Eucalyptus* necesariamente tiene que ser estatificado. En este caso sólo se formarían dos estratos para el inventario del *Eucalyptus*, uno para los tallares y el otro para los rodales manejados para la producción de postes de servicio públicos y madera rolliza.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de los parámetros estadísticos medios estratificados fueron las que se establece para este tipo de muestreo.

Valoración económica

Un ligero análisis económico comparando los costos del inventario y la precisión obtenida entre los diferentes tipos de muestreo nos permite determinar el método de muestreo más eficiente para el inventario en el área de estudio (Unidad de Manejo Macurije de la U.S Mantua).

Para la evaluación económica fue necesario analizar los gastos y los elementos que más influyen sobre el costo total del inventario. Una de las actividades que más influye en el costo es el número y el levantamiento de los puntos de muestreo, pues de ello depende los otros gastos como son: combustible, alimentación, alojamiento, salario, etc.

Esto quiere decir que entre mayor sea la cantidad de puntos de muestreo a levantar y el tiempo que se emplee en la toma de las informaciones en cada punto, mayor serán los días de permanencia en el área de trabajo y mayor serán los gastos en alojamiento, alimentación y transporte, así como el salario a pagar al personal técnico y de apoyo encargado de realizar el trabajo de campo.

En la tabla 3.5 se indica la integración de un equipo de trabajo para el inventario, así como el salario mensual, diario y por hora de cada uno de los integrantes del equipo. Se tomó como salario mensual del ingeniero y del técnico del equipo el correspondiente al de un recién graduado, el cual transita dos años con este salario.

Tabla 3.5: Salario mensual, diario y por hora de un grupo de trabajo encargado de realizar el trabajo de campo.

Categoría	Cantida	Salario mensual	Salario diario	Salario por hora
Ingeniero	1	\$ 198,00	\$ 198 / 24 = \$	\$ 8,25 / 8 = \$ 1,30
Técnico	1	\$ 148,00	\$ 148/24 = \$ 6.16	\$ 6,16 / 8 = \$ 0,77
Obrero	1	\$ 128,64	\$ 128,64 /24 = \$	\$ 5,36 / 8 =\$ 0,67
<i>Total</i>	3	\$ 622,64	\$ 25, 93	\$ 3,24

Sobre esta base se hizo un análisis de los gastos en salario a incurrir para levantar un punto de muestreo y para levantar la cantidad de puntos de muestreo por un equipo de tres personas en una jornada de 8 horas. Estos es sólo por concepto de salario.

- Se determinó que el tiempo promedio para levantar una parcela de BITTERLICH es igual 5 min.
- La distancias promedio entre parcela es igual a 80 m.
- El tiempo promedio necesario de traslación entre parcelas fue de 7 min.
- E tiempo total del levantamiento y la búsqueda de un punto de muestreo o parcela de BITTERLICH es de 12 min.
- Se determinó que en una jornada laboral de 8 horas se levantaban diariamente, como promedio, 25 parcelas o puntos de muestreo. Por tanto, 25 * 12 minuto nos da que se utilizan 300 minutos o 5 horas de trabajo útil. Las otras 3 horas diarias se empleaban para el traslado desde el campamento hacia el campo y en la merienda y receso planificado que en total podía ser hasta de 1 hora.

- Se calculó que el gasto en salario para levantar un punto de muestreo fue de

$$\frac{\$25,93}{25 \text{ puntos}} = \$1,04$$

El gasto en salario en que se incurre cuando se aplican los tamaños de muestra indicados en la tabla 3.2 sería el siguiente (Ver **Tabla 3.6**).

Como se puede observar el gasto en salario cuando se aplica el muestreo según el Manual de Ordenación es 2,1 veces mayor que el gasto cuando se aplica el muestreo a razón de tres puntos por rodal y es 9,7 veces mayor que cuando se aplica un muestreo estratificado.

A lo anterior hay que agregarle que el gasto en transporte y combustible, alimentación y alojamiento también se eleva en la misma proporción. Por lo tanto el muestreo estratificado es el más eficiente, pues además de ser mucho menos costoso da también resultados precisos como se comprobó en la **tabla 3.4**.

Tabla 3.6: Gasto total en salario para el inventario de la Unidad de Manejo Macurije de la aplicando tres tipos diferentes de muestreo.

Estratos	Salario según el Manual de Ordenación		Salario a razón de tres puntos por rodal.		Salario según muestreo estratificado	
	Puntos	Salario	Puntos	Salario	Puntos	Salario
<i>Pc. Plantac.</i>	1411	\$ 1467,44	729	\$ 758,16	112	\$ 116,48
<i>Pt. Natural</i>	1449	\$ 1606,96	650	\$ 676,00	93	\$ 96,72
<i>Pt. Plantac.</i>	597	\$ 620,88	270	\$ 280,80	108	\$ 112,32
<i>Eucalyptus</i>	74	\$ 76,96	39	\$ 40,56	52	\$ 54,08
total	3531	\$ 3672,24	1688	\$ 1755,52	365	\$ 379,60

Resumiendo lo anterior se demostró que la precisión obtenida fue mayor (6,1%) cuando se aplica el muestreo estratificado que cuando se hace siguiendo el Manual de Instrucción de Ordenación de Montes en Cuba que fue de 11,9%.

Económicamente la aplicación de este método de inventario en la empresa en los futuros inventarios le reportará las siguientes ventajas:

- a) Se ahorrará más de 26 mil pesos por concepto de salario.
- b) El gasto de combustible es 9,4 veces menor, lo que equivale a un ahorro de, aproximadamente, 80640 litros de petróleo.
- c) El gasto en alimentación, alojamiento y otras gastos indirectos también es menor 9,4 veces.
- d) El tiempo invertido así como los gastos totales en el trabajo de gabinete es igualmente mucho menor en la misma proporción anterior.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados que se obtuvieron y analizando las informaciones resultante del inventario se puede arribar a las siguientes conclusiones:

1. El número de puntos de muestreo que plantea el manual de Instrucción de Ordenación de Montes es innecesario, pues el mismo es más de 9 veces mayor y más costoso que si se aplica un muestreo estratificado.
2. El método de inventario por estratos resultó ser más eficiente que el método que se aplicó en la toma de datos a razón de tres puntos por rodal y mediante un muestreo sin estratificar, no sólo en cuanto al costo sino también en cuanto a su precisión.
3. La formación de estratos tomando como criterio de estratificación los volúmenes de madera de los rodales resultó ser adecuado y de posible aplicación en próximos inventarios. Económicamente la aplicación de este método de inventario en la empresa en los futuros inventarios le reportará las siguientes ventajas:
 - e) Se ahorrará más de 26 mil pesos por concepto de salario.
 - f) El gasto de combustible es 9,4 veces menor, lo que equivale a un ahorro de, aproximadamente, 80640 litros de petróleo.
 - g) El gasto en alimentación, alojamiento y otros gastos indirectos también es menor 9,4 veces.
 - h) El tiempo invertido así como los gastos totales en el trabajo de gabinete es igualmente mucho menor en la misma proporción anterior.
4. La ejecución de este trabajo le está reportando a la Universidad un valor de 21 800 \$USD y 84 mil pesos en MN.
5. Ya se firmó un contrato con la EFI Viñales por un valor de 11000 \$USD y 30 mil pesos en MN para la ejecución de este mismo trabajo.

RECOMENDACIONES

En base a lo anterior se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Aplicar para el inventario de la próxima ordenación un muestreo estratificado, pues el mismo resultó ser más eficiente y preciso que cualquiera de los otros muestreos investigados.
2. Investigar otros criterios de estratificación en base al diámetro, el área basal, la densidad, etc., con vista a seguir buscando mayor eficiencia en próximos inventarios.
3. Darle mantenimiento sistemático a los caminos para asegurar la accesibilidad a los lotes y rodales, pues los mismos tienen una función muy importante, no sólo durante el proceso de aprovechamiento, sino también en el fomento de las plantaciones, en los tratamientos silviculturales y en las medidas de protección contra incendios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aldana, E. Et al.(1994): Manual de Dasometría. Editorial Félix Varela. La Habana. 183 p.
3. Alder, D., 1980: Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, Vol.2. Predicción del rendimiento Volumen. Estudio FAO. Montes No.22 Roma.
4. Alvarez, P. A. y Varona, J.C. (1988): Silvicultura. Editorial Pueblo y Educación. Combinado Poligráfico "Juan Marinello". 354 p.
2. Bokob, A y Aldana, E. y. (1981): Ordenación de Montes. Partes I y II. Unidad Docente de Ingeniería Forestal. Centro Universitario de Pinar del Río. 134 p.
5. Calliez, F., 1980: Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, Vol.1. Estimación del Volumen. Estudio FAO. Montes No.22 Roma.
- CNUMAD. (1992): Conferencia de las Naciones Unidas del Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro. Brasil.
- Cochran, W. G. (1977): Sampling techniques. 3erd. Ed. John Wiley y sons. Inc. New York and London. 413 p.
- INDAF (1977): Tablas para la Tasación de los bosques de Cuba. Departamento de Ordenación Forestal.
6. Ley Forestal de la República de Cuba. (1998): Ley No.85. Gaceta Oficial de la República de Cuba.
7. Machado, C. G., 2002: Diseño de inventario forestal continuo para la Ordenación sostenible de los bosques pluvisilvas de montaña en Guantánamo. "Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias forestales". Universidad de Pinar del Río. 102 p.
- MINAGRI. (2002): Manual de Instrucción de la Ordenación de Montes
- MINAGRI. (1986): Proyecto de Ordenación Forestal de la EFI Macurije
8. Pardé, J y Bouchon, J. (1994): Dasometría (una versión en Español realizada por Manuel López Quero y Antonio Rodríguez Prieto).

9. Péllico, S. y Brena, A.D. (1997): Inventario Florestal. Dados internacionais de Câmara brasileira do livro, Volume I. Curitiba, Brazil. 316 p.
 10. Prieto, A. y López Quero, M. (1993): Manual de Ordenación Forestal. Versión española del manual D'amenagment. Editorial Paraninfo S.A. 261 p.
 11. Prodan, M. (1997): Mensura Forestal (Una versión en Español realizada por Manuel López Quero y Antonio Prieto Rodríguez).
- Samek, V. (1974): Elemento de Silvicultura de los Bosques Latifolios. Ediciones de Ciencia y Técnica. La Habana. 291 p.