

UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA
FACULTAD FORESTAL Y AGRONOMÍA



Ave. José Martí, final . Ciudad Pinar del Río. Cuba Telef. (53) (82) 5813 Fax: (53) (82) 78125-5813

**Tesis presentada a optar por el título académico de Mater en ciencias
forestales Mención Aprovechamiento Forestal
TURNOS TÉCNICOS FORESTALES PARA *Pinus caribaea* Morelet var.
caribaea Barret Y GOLFARI EN SITIOS DE LAS EFI DE LA PROVINCIA DE
PINAR DEL RÍO.**

Autor: Odel Peraza Equino

Tutor: Dr.C Héctor Barrero Medel

Año 52 de la revolución

RESUMEN

En el trabajo se determinan los turnos técnicos forestales para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en plantaciones de las Empresas Forestales Integrales perteneciente a la provincia de Pinar del Río, Cuba. Empleando lo datos de la ordenación forestal así como un muestreo a las plantaciones se obtuvieron lo datos necesarios para el análisis el cual se efectuó con el empleo de procesador estadístico SPSS 15 ver 15 para Windows. Así resultó que La máxima renta en especie la es alcanzado por el sitio medio es de 30 a 35 años de edad, el turno tecnológico es alcanzado a los 21 años de edad.

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1. Turno de corta	3
1.1 Los criterios técnicos forestales	5
1.1.1 Máxima renta en especie	5
1.1.2 Tecnológico	8
1.2 Criterio Financiero	9
1.2.1 El beneficio de la producción forestal	9
1.2.2 El Valor Actual Neto (VAN)	12
1.2.3 Tasa interna de Retorno (TIR)	17
1.3 Despiece comercial	18
MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1 Características generales del área de estudio.	21
2.2 Procedimiento de muestreo para la toma de datos	22
2.3 Criterio técnico forestal de máxima renta en especies y tecnológico	24
2.4 Procedimiento para la evaluación de las estructura diamétricas de la masa	26
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	28
3.1 Evaluación de la Estructura por clases diamétricas	26
3.2 3.2 Máxima Renta en Especie y Tecnológico	28
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	37

INTRODUCCIÓN

Como turno de corta forestal se entiende desde el punto de vista técnico la edad donde la plantación alcanza la máxima producción en dependencia de la especie y sus requerimientos para el crecimiento y desarrollo, los sitios, la silvicultura realizada y su meta de producción. El turno de corta es uno de los principales aspectos en la planificación de la administración forestal, de este depende la rentabilidad y eficacia de los bosques en las empresas forestales.

Actualmente en Cuba se han fijado algunos turnos de corta para las principales especies en plantación, en función de las características dasométricas, turnos de corta únicos para cada especie, sin considerar las calidades de sitios de las diferentes regiones donde se encuentra cada especie y sus respectivos rendimientos, he ahí donde radica la principal dificultad que hace que las empresas forestales cubanas no optimicen al máximo el rendimiento de las plantaciones incidiendo con un peso decisivo en la economía forestal.

Para el caso del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari se establece un turno de 21 años para talar árboles con diámetros como promedio de 32 cm. Esta es una situación contradictoria para las condiciones de los sitios de la empresa Macurije, ya que a esta edad no existen plantaciones con estas características, debido a la calidad de los sitios y a la precaria silvicultura realizada a las plantaciones, esto unido al rendimiento actual de los dos aserríos existentes en esta empresa los cuales se encuentran al 50 % del rendimiento total, además de las indisciplinas tecnológicas, trae consigo bajos rendimientos de las

plantaciones de la especie, ocasionando pérdidas a la economía de esta empresa. Es por ello que se traza como objetivo del presente trabajo: fijar un turno para el *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari mayor de 21 años, con el cual se puedan alcanzar árboles con mayores dimensiones y por consiguiente mayores volúmenes de productos maderables, tomando como estudio de caso la Empresa Forestal Integral Macurije.

El diseño metodológico seguido para el desarrollo de este trabajo se presenta a continuación:

Problema:

¿Cómo obtener el máximo rendimiento económico de madera en bolo de *Pinus caribaea* var *caribaea* Barret y Golfari?

Hipótesis

El turno forestal incrementará el rendimiento de madera en bolo de *Pinus caribaea* var *caribaea* Barret y Golfari con la consiguiente ganancia económica.

Objeto

Incremento de Plantaciones de *Pinus caribaea* var *caribaea* Barret y Golfari.

Objetivo general

Determinar los turnos técnicos forestales para *Pinus caribaea* var *caribaea* Barret y Golfari en la Provincia de Pinar del Río.

Objetivos específicos

- Establecer el turno de máxima renta en especie para *Pinus caribaea* var *caribaea* Barret y Golfari.
- Ajustar un modelo para la estructura por clase diamétrica para la especie.

- Comparar los turnos de máxima renta en especie y tecnológico.

Revisión bibliográfica

1.Turno de corta

Dentro del capital forestal, el vuelo es el que debe atender a un plan de organización para obtener el máximo rendimiento.

El rendimiento es consecuencia de factores tales como:

- La especie
- Método de beneficio
- Forma de la masa
- Edad de madurez

Se debe adoptar algún criterio para comparar utilidades y poder relacionar la actividad de mayor rendimiento.

La elección de la edad de madurez depende de factores subjetivos, económicos y sociales, cuyas combinaciones son limitadas Rodríguez y Alfaro (1997).

El análisis económico del problema del turno fue atacado desde sus inicios por investigadores forestales, no por economistas. La primera formulación se atribuye al forestal alemán Faustmann (1849), citado por Romero (1994) posteriormente otros forestales, también alemanes, Pressler (1860), citado por Romero (1994), desarrollan los planteamientos iniciales de Faustmann. Por otra parte, de manera independiente este problema atrajo la atención de economistas como Ohlin (1921) , Hotelling (1925), Fisher (1930) y Boulding (1935), citados por Romero (1994), entre otros. Los puntos de vista de estos economistas fueron menos acertados que los de sus colegas forestales, según demuestra Samuelson (1976).

Entre los elementos cuantitativos que definen a un sistema silvícola, el indicador de madurez es uno más entre los puntos que no pueden evaluarse por la sola consideración de aspectos silvícolas. Esto, debido a su íntima relación con aspectos de manejo tan importantes como las dimensiones de los productos deseados y la cantidad de los mismos que, para cada técnica silvícola, es posible producir y cosechar por unidad de área y unidad de tiempo.

La determinación de turnos, edades de madurez o diámetros de cortabilidad es el aporte económico fundamental de la Ordenación. Pero todo esto no puede menospreciar el aspecto ecológico fundamental: el logro y el mantenimiento de una distribución equilibrada de edades, o de clases de edad, de composiciones diamétricas, que es la garantía no sólo de una percepción sostenida de productos, sino de otras utilidades, como paisaje, acogida de fauna, fertilidad del suelo, pues la masa arbórea se sucede idénticamente a sí misma. (Madrigal, 1995).

La vida óptima de una plantación o turno óptimo depende de la calidad de sitio, la especie y la meta de producción y puede definirse de muchas maneras, el que corresponde a la vida biológica del árbol, a su máxima producción física, a su máxima productividad media (máximo rendimiento en especie), a la satisfacción de algún objetivo sociológico, etc. En este trabajo por las características de los objetivos que se ha propuesto y teniendo como objeto de estudio masas coetáneas regulares, basta determinar el turno técnico y el turno económicamente óptimo y de hecho se propone una metodología para la determinación de los mismos a partir de una función de producción temporal (León, 2000).

1.1 Los criterios técnicos forestales

Van orientados a satisfacer las necesidades de consumidor tienden a obtener la mayor cantidad de productos en especies sin importar el precio, estos son:

1.1.1 Máxima renta en especie

En ciclos de producción donde dan simultáneamente o sucesivamente productos de diversa naturaleza, es necesario concretar previamente que producción se obtendrá con mayor cantidad (leña, postes, madera para aserrío, semillas).

Una vez determinada, la producción preferentemente la edad de corta se realiza o se alcanza cuando se obtiene el máximo volumen aprovechable, que coincide con el punto de culminación de crecimiento medio Rodríguez *et al.*, (1997).

“El turno técnicamente óptimo (turno de máximo rendimiento volumétrico) se define por la duración del cultivo de un rodal , que, bajo un programa específico de tratamientos, especies, sitios y demás características ambientales, resultaría en el máximo promedio de producción” (Mendoza, 1983). Esto significa que repitiendo indefinidamente el ciclo de cultivo, se generará el máximo rendimiento posible, o sea, el momento de corta que aprovecha al máximo la tecnología.

Para determinar el turno desde el punto de vista estrictamente técnico, los aspectos económicos quedan totalmente excluidos. Esta visión es excesivamente simplificadora, pero constituye la base fundamental para trabajos posteriores de mayor envergadura.

El turno técnico de una especie en condiciones estacionales determinadas se define por la duración del cultivo de una masa que resultaría en el máximo

promedio de producción. Partimos entonces de una función que relaciona la producción de madera con la vida de la plantación:

$$V = f(t) \quad (1)$$

donde V = Volumen de madera producido (m^3/ha ó $m^3/$ árbol)

t = Edad de la plantación (años)

Biológicamente (1) es una curva de crecimiento, mientras que desde el punto de vista económico dicha expresión representa una función de producción temporal. Supondremos las siguientes propiedades para la curva $f(t)$ y que son las usuales en teoría de la producción (Romero, 1994):

1. $f'(t) \geq 0$; i.e. productividades marginales positivas. Dicho con otras palabras, el paso del tiempo genera incrementos en el output maderero. Esta propiedad es cierta hasta alcanzar un punto en el tiempo – t_{max} – a partir del cual la producción de madera -al menos teóricamente- desciende. La producción correspondiente a ese momento de tiempo suele denominarse máximo técnico o máxima producción posible.

2. $f''(t) \leq 0$, i.e., función cóncava hacia el origen, lo que implica productividades marginales decrecientes.

Una forma de abordar este problema es buscando el momento para el que se hace máxima la productividad media. En términos forestales significa:

$$\text{Maximizar } I.M.A. = \frac{V}{t}$$

donde I.M.A. = Incremento medio anual

El turno técnicamente óptimo se obtiene derivando la productividad media respecto al tiempo e igualando a cero:

$$\frac{dIMA}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{V't - V}{t^2} = 0$$

$$= \frac{V'}{t} - \frac{V}{t^2} = \frac{1}{t} \left(V' - \frac{V}{t} \right) = 0$$

$$V' = \frac{V}{t} \quad (4) \Rightarrow ICA = IMA$$

donde : ICA: Incremento Corriente Anual

Tal como se esperaba el momento en que se iguala el ICA con el IMA corresponde al turno técnicamente óptimo.

De (4) se obtiene que el turno técnicamente óptimo es aquel para el que verifica:

$$V' = \frac{V}{t} = \bar{V}$$

es decir, el momento técnicamente óptimo de corta es aquel para el que la productividad marginal V' se iguala a la productividad media V .

También es válido decir que el IMA será máximo cuando la tasa relativa de crecimiento sea igual al recíproco de la edad de la plantación:

$$\frac{V'}{V} = \frac{1}{t}$$

El turno técnicamente óptimo (óptimo técnico en lenguaje de teoría de la producción) puede interpretarse también en lenguaje de teoría de la producción a partir del concepto de elasticidad.

La elasticidad de V con respecto a t mide el incremento porcentual V (producción de madera) debido a un determinado incremento porcentual de t (tiempo). La elasticidad viene dada por:

$$E_v^t = \frac{V'}{V}$$

De (8) se deduce que la elasticidad es igual a la unidad cuando $V'(t) = V(t)/t$; es decir, el turno técnico cuando la productividad media se iguala a la productividad marginal coincide con el momento para el que la elasticidad de la producción respecto al tiempo se hace exactamente igual a 1.

1.1.2 Tecnológico

Bajo este criterio se trata de obtener la máxima cantidad de un producto determinado (máxima cantidad de madera para aserrío o postes, pulpa).

Hay que considerar que la masa que se compone de pies de diferentes, hay que admitir por consiguiente varios despieces a las diferentes edades. Entonces a través de un estudio de la composición métrica y mórfica del vuelo, se definirá un despiece preferencial (km) con cada edad del vuelo. La edad en que culmina el crecimiento medio del coeficiente km , señala el punto de madurez tecnológico, o sea donde km/t sea máximo Rodríguez *et al.*, (1997).

1.2 Criterio Financiero

Este criterio busca la inversión más ventajosa del capital, y fija la edad de corta en el año donde se dé la mejor relación entre el rendimiento líquido y el capital productor.

Existen varios métodos para estimar la edad de corta bajo un criterio financiero como son: el tato anual, el tanto corriente y el tanto medio de formación de capital y el beneficio de la producción forestal, el cual es el más utilizado.

Se utilizan también como criterios la tasa interna de retorno (TIR) y el valor Actual neto (Van) Rodríguez *et al.*, (1997).

Desde el punto de vista económico el turno óptimo se define como la vida de la plantación que maximiza el valor actual neto (VAN) de la inversión subyacente (Díaz Balteiro y col. 1994).

1.2.1 El beneficio de la producción forestal

Para un rodal regular es posible calcular su producción conjunta en dinero al momento de determinar la extracción de todos los productos del ciclo (año/t). este valor líquido se obtiene de una liquidación de ingresos y egresos durante el turno de rotación referido al final del turno.

Dentro de la liquidación figuran los siguientes rubros:

Ingresos

A productos intermedios y final

La producción en dinero D con sus intereses hasta el final del ciclo se puede representar como:

$$\sum_a^t D = \sum_a^t D(1+p)^{t-a} \text{ siendo } a < t$$

Gastos

El suelo

Es la cantidad necesaria para adquirir y acondicionar el terreno, si a este valor le añadimos los intereses del suelo al final del ciclo:

$$Fc(1+p)$$

b. Repoblación

los costos de instalación (c) con sus intereses al final del ciclo valen:

$$c(1+p)^t$$

c. silvicultura

Los gastos de conservar el repoblado, aclareos precomerciales, limpiezas valen al final del ciclo con sus intereses:

$$\sum X_a^t = \sum X_a c(1+p)^{t+a}$$

gastos fijos

los gastos anuales desde el fin del primer año hasta el fin del año t valen:

$$\frac{g[(1+p)^t - 1]}{p}$$

el cálculo de rendimiento líquido a través de una diferencia entre ingresos y egresos, el saldo es el beneficio empresarial realizado durante el ciclo de producción, y puede expresarse como sigue:

$$B_t = \sum D_a^t - \sum X_a^t - c(1+p)^t - [fc + \frac{g}{p}][(1+p)^t - 1]$$

Si se admite que la producción en especies y el dinero es rigurosamente persistente, debe resultar el mismo beneficio al finalizar todos y cada uno de los ciclos en número ilimitado.

entonces para todos los turnos será una suma infinita de rentas periodicas iguales todas a Bt , y que se percibe de t en t años, la suma de ellas referidas al momento inicial de la empresa es:

$$\sum Bt^0 = \frac{Bt}{(1+p)^t - 1}$$

Si sustituimos Bt en la formula anterior se obtiene:

$$\sum Bt^0 = \frac{\sum D_a^t - \sum X_a^t}{(1+p)^t - 1} - \frac{c(1+p)^t}{(1+p)^t - 1} - \left[fc + \frac{g}{p}\right]$$

Anteriormente se dijo que:

$$c = \frac{g(1+p)^t}{(1+p)^t - 1}$$

$$G = \frac{g}{p}$$

Por lo tanto se puede escribir

$$\sum Bt^0 = \frac{\sum D_a^t - \sum X_a^t}{(1+p)^t - 1} - (C + G + fc)$$

De la formula anterior se deduce que la sumatoria de los beneficios totales referidos a cero, es igual al valor potencial del suelo menos el valor en coste del suelo.

$$\sum Bt^0 = fp - fc$$

El valor en coste del suelo es independiente de las características que se puedan elegir para organizar el vuelo; por lo tanto, puede considerarse este valor como contante en comparación de rendimientos, deduciendo que:

- 1- existirá un beneficio cuando se haya adquirido el suelo acondicionado para producción forestal a un costo inferior a su valor potencial,
- 2- el beneficio inicial de la empresa será nulo si fueran iguales el valor en coste del suelo y el valor potencial del suelo, y
- 3- se logrará el beneficio máximo, adoptando aquella edad de corta a aquella forma de masa, o aquel método de beneficio, o aquella especie donde se obtenga el mayor potencial del suelo Rodríguez *et al.*, (1997).

1.2.2 El Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto es otro criterio para la determinación de las edades de corta tanto en plantaciones forestales como en bosques naturales. Para su determinación es necesario disponer de información sobre los costos y los ingresos obtenidos de la actividad. La diferencia de estos costos e ingresos actualizados es lo que se denomina VAN. Para efectos de determinar la edad de corta, se procede a determinar el Van para cada año (o intervalo de años) a lo largo de la vida de la masa. El máximo Van indica la edad en que se debe fijar el turno.

Este criterio se utiliza cuando el productor está interesado en maximizar, en términos absolutos, la renta obtenida del bosque Rodríguez *et al.*, (1997).

Para el cálculo de este indicador se establece los siguiente:

Van= Valor actual de - Valor actual de

los ingresos los costos

El procedimiento aceptado para la determinación de turnos económicamente óptimos, es el conocido como paradigma de Faustmann, Pressler, Ohlin (F.P.O.) (véase Romero, 1994 para un estudio detallado de esta cuestión).

El paradigma F.P.O. define el turno óptimo t^* como aquel que maximiza la expresión:

$$VAN = [Pf(t)e^{-it} - K][1 + e^{-it} + e^{-2it} + e^{-3it} \dots]$$

donde:

VAN= Valor Actual Neto de la inversión

P= Precio de la madera

f(t) = Volumen de madera del árbol o masa forestal a los t años

i= tipo de descuento

K = costo de plantación

Sumando los términos de la progresión geométrica encerrada en el segundo corchete de (9) y efectuando operaciones, tenemos:

$$VAN = \frac{Pf(t) - Ke^{it}}{e^{it} - 1}$$

Conocida esta última expresión como fórmula de Faustmann, aunque este investigador no propuso ningún procedimiento para optimizar su valor.

Derivando con respecto a t obtenemos:

$$\frac{dVAN}{dt} = [Pf'(t) - iKe^{it}](e^{it} - 1) - i[Pf(t) - Ke^{it}]e^{it} = Pf'(t) - iPf(t) - i\frac{Pf(t) - Ke^{it}}{e^{it} - 1} = 0$$

Obsérvese que el último término de (11) coincide con el valor actual neto dado por (10) , por lo que equivale a una cadena infinita de inversiones (capitalización perpetua). Representando por S dicho valor del suelo, la condición de equilibrio (11) puede escribirse de la siguiente forma:

$$Pf'(t) = i[Pf(t) + S]$$

La condición de equilibrio puede interpretarse económicamente de la siguiente manera. Interés cortar una masa forestal cuando la tasa de cambio con respecto al tiempo del valor de mercado de la masa forestal iguala al tipo de interés multiplicado por el valor de mercado del suelo y del vuelo. El término de la izquierda mide lo que se gana por posponer la corta (valor marginal de no cortar), mientras que el término de la derecha mide lo que se pierde por posponer la corta (coste marginal de no cortar).

El paradigma FPO puede generalizarse con facilidad para casos en que los pagos anuales de explotación G , así como los pagos derivados de la corta final Q sean significativos. Incluyendo tales pagos la ecuación se convertiría en:

$$MaxVAN = [Pf(t)e^{-it} - K - Qe^{-it} - G \int_0^t e^{-it} dt][1 + e^{-it} + e^{-2it} + \dots]$$

Resolviendo la integral, derivando y simplificando se llega a:

$$\frac{dVAN}{dt} = Pf'(t) - iPf(t) + iQ - G - iS = 0$$

La expresión (14) es una generalización de la condición (12)

En Cuba, y en el caso concreto de la especie y variedad que se seleccionó para realizar este trabajo, están determinados los porcentajes de los volúmenes por surtido, y existen diferencias sustanciales entre los precios de cada uno de ellos, por lo que no es válido suponer que se mantengan constantes durante todo el período y para todo el volumen.

El paradigma Faustmann- Pressler- Ohlin (F.P.O.), ha sido generalizado por León (1998) en las condiciones cubanas al considerar los ingresos y gastos derivados de los raleos, el impuesto maderero fijado por la resolución 50/96, los costos zonales establecidos en la circular 2/97 referida al Sistema de Financiamiento Forestal (Tabla 2.1, Anexo I) y la variabilidad de los precios según la edad del aprovechamiento. La expresión para el cálculo del VAN quedaría de la siguiente forma:

$$VAN = [I(t)e^{-it} + \sum_{\forall l} c_l e^{-il} - K - \sum_{\forall l} Y_l e^{-il} - P](1 - e^{-it})^{-1}$$

donde:

VAN= Valor actual neto de la inversión (pesos/ha)

I(t)= Ingreso obtenido por la corta y venta de la masa forestal a los t años

Cl= Ingreso obtenido de los raleos

Yl= Pagos derivados de los raleos

P= Impuesto por concepto de utilización o explotación de los recursos naturales

i= Tasa de descuento

K= Costo de plantación

A continuación se explica el procedimiento para determinar cada uno de los términos de la expresión anterior:

$$I(t) = V(t) \sum_{\forall i} s_i p_i$$

donde:

V(t)= volumen total con corteza de una hectárea de plantación

s_i= porcentaje del surtido i en el año t

p_i= precio del m³ del surtido i (pesos/m³)

El porcentaje que representa el surtido i del volumen total no aparece en las tablas en función de la edad de la plantación, sino, a partir de la clase diamétrica, por lo que fue necesario encontrar ecuaciones que estiman el diámetro en función de la edad y con el diámetro estimado, utilizando la tabla 9, de las citadas en el inicio del epígrafe, se encontraron los valores de s_i. De forma general el diámetro tiende a aumentar en cantidades cada vez más pequeñas en el tiempo, es por ello que la mejor representación de esta relación es a partir de una función de incrementos decrecientes, en estos casos se ajustaron modelos de regresión semilogarítmicos. Las ecuaciones de regresión estimada y sus indicadores de calidad se encuentran en la Tabla 2.2, Anexo I. Para el Índice de Sitio VIII el intercepto no resultó significativo por lo que se realizó el ajuste, asumiendo el término igual a cero.

$$\sum_{\forall i} C_i = C_{i1} + C_{i2} + C_{i3}$$

donde:

1IC= Ingreso por hectáreas por concepto de raleo I, 5 –10 años

2IC= Ingreso por hectáreas por concepto de raleo II, 11 –15 años

3IC= Ingreso por hectáreas por concepto de raleo III, 16 –20 años

Los subperíodos I1, I2 , I3 representan los años en que se prevé realizar los correspondientes raleos.

$$\sum_{\forall I} Y_I = Y_{I1} + Y_{I2} + Y_{I3}$$

donde :

1IY= Costo de aclareo de una hectárea en el período 1 (pesos)

2IY= Costo de aclareo de una hectárea en el período 2 (pesos)

3IY= Costo de aclareo de una hectárea en el período 3 (pesos)

K – Costo de plantación de una hectárea de terreno en zona montañosa, establecido por la circular No.2 de 1997 del Ministerio de la Agricultura.

$$P = \sum_{\forall i} V(t) s_i q_i$$

donde:

qi = impuesto maderero (pesos/m³)

1.2.3 Tasa interna de Retorno (TIR)

Cuando el interés del productos es maximizar la rentabilidad financiera de su inversión, se puede utilizar como criterio para determinar la edad de corta la TIR máxima. La TIR se define como aquella tasa de interés a la que trabaja el capital invertido y, por tanto, constituye la máxima tasa de interés que puede pagar el productor por ese capital Rodríguez *et al.*, (1997).

La TIR representa el punto donde el van es igual a cero, o sea, no se registra ni pérdidas ni ganancias para el productor. La fórmula para calcular esta tasa es la siguiente:

$$TIR = T1 + (T2 - T1) * \frac{VAN1}{VAN1 + [VAN2]}$$

Donde:

T1: Tasa menor de descuento usada para el cálculo del VAN(resulta un VAN positivo).

T2 :Tasa mayor de descuento usada para el calculo del VAN (resulta un VAN negativo).

VAN 1: Valor actual Neto calculado con la tasa menor de descuento (es un valor positivo).

VAN 2: Valor actual Neto calculado con la tasa mayor de descuento (es un valor positivo).

2. Despiece comercial

La clasificación comercial o despiece comercial se un método que consistente en reducir a coeficientes los productos que el bosque entrega a la corta. El procedimiento para realizar el despiece es el siguiente:

- a) Se elige por clases diamétricas una muestra representativa del número de árboles total de la clase.
- b) Los árboles elegidos se voltean, y se clasifican los productos que se pueden obtener de ellos, luego estas producciones parciales se reducen a coeficientes de la producción total.

Este procedimiento requiere de suficiente tiempo y trabajo en el campo, ya que es necesario realizarlo para cada índice de sitio y para cada uno de lo rodales de diferentes edades que se tengan en las unidades de Manejo.

Además de este procedimiento existe otro método indirecto, donde se utiliza en vez de la masa el perfil de del fuste del árbol promedio que arroja el bosque a la corta, el cual únicamente representa una aproximación de la producción esperada Rodríguez *et al.*, (1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Características generales del área de estudio.

En estudio se realizó en el patrimonio forestal de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea* Barret y Golfari 4 Empresas forestales integrales de la actual provincia de Pinar de Río, EFI La Palma, EFI Pinar del Río, EFI Minas, EFI Macurije Figura 2.1.

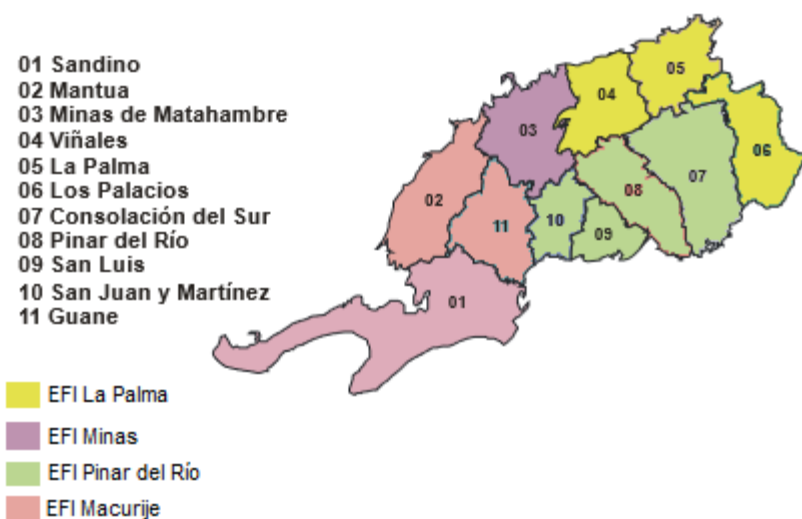


Figura 2.1 Ubicación geográfica de la EFI

En la Región Occidental, entre los 21°19' , 22° 56' de latitud norte y los 84°57', 83° 05' de longitud oeste. Los límites geográficos son: al Norte: Golfo de México, al Sur: Mar Caribe, al Este: Provincia de Artemisa, al Oeste: Canal de Yucatán 112 km de largo 723 km² de área 13,4 m /s de gasto 16 afluentes Vertiente: Sur Nace: En las Alturas de Pizarra del Sur, Cordillera de Guaniguanico, en los 22°26' de latitud norte y los 83°51' oeste, a 300 metros de altitud. Desemboca: Ensenada de Cortés en forma de delta de cúspide. Corre: desde las Alturas de Pizarras del Sur a las Alturas de Pizarra de Norte.

El relieve se caracteriza por la Cordillera de Guaniguanico, destacándose la Sierra de los Órganos que está enclavada en su totalidad en el territorio, a lo que se suma una pequeña parte de la Sierra del Rosario, donde se encuentra la mayor altura de la provincia. A estas las bordean las Llanuras del Norte y del Sur de Pinar del Río, Guanahacabibes y de Guane-Mantua. Su hidrografía se caracteriza por ríos de poca longitud y caudal, a excepción del Cuyaguaje, Hondo, Ajiconal y San Diego, con longitudes notables; existen un gran número de lagunas en las que se destacan Santa María y El Pesquero. Los embalses principales son Juventud y El Punto. Predominan los suelos hidromórficos en las zonas costeras bajas; en el resto del territorio se combinan los ferralíticos, pardos y los pocos evolucionados.

2.2 Procedimiento de muestreo para la toma de datos

El estudio se realizó en plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari perteneciente a las 4 EFI de la provincia de Pinar del Río, para lo cual se tomó el registro del inventario de la ordenación de la empresas realizado en los años. Además del registro de unidades muestréales probabilísticas de área fija circular de 500 m² (r=12,62) de 256 parcelas temporales establecidas en los años 2006-2007, distribuidas al azar con diferentes rangos de edades en las diferentes Unidades Básicas de Producción Forestal (UBPF) de las empresas con el fin de obtener la mayor cantidad de datos posibles y lograr una mayor exactitud en los resultados.

Se utilizaron de estas unidades los datos de las variables dasométricas: altura del árbol medio (\bar{h}), diámetro del árbol medio ($\bar{d}_{1,30}$) y el número de árboles (N) y a

partir de estos se calcularon el área basal (G) y volumen (V) para una hectárea de plantación, el diámetro a 1,30 m de los árboles fue medido con una forcípula simple, mientras que la altura fue medida con un hipsómetro de Bitterlich.

2.3 Criterio Técnico Forestal de máxima Renta en Especies y Tecnológico

La determinación del turno de corta se obtiene a partir del cruce entre las curvas del incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA), las mismas fueron obtenidas a través del ajuste de un modelo de crecimiento de volumen en función de la edad $V=f(t)$. La ecuación que genera la curva de crecimiento, es la función integral, de tal manera que la curva del incremento corriente anual (ICA) se obtiene tomando la primera derivada de las funciones originales con respecto a la edad, por su parte para generar la curva del incremento medio anual IMA se dividió la ecuación integral entre la edad tabla 1.

Tabla 1.-Ecuaciones de Incremento Corriente Anual e Incremento Medio Anual.

Modelo	Incremento corriente anual (ICA)	Incremento medio anual (IMA)
Schumacher	$ICA = \frac{\beta_1}{t^2} * y$	$IMA = \frac{y}{t}$
Chapman-Richards	$ICA = \frac{\beta_1 \beta_2 e^{-\beta_1 t}}{(1 - e^{-\beta_1 t})} * y$	$IMA = \frac{y}{t}$
Weibull	$ICA = -\beta_1 \beta_2 t^{-\beta_2 - 1} * y$	$IMA = \frac{y}{t}$

Donde: y : Función integral; ICA: Incremento Corriente Anual; IMA: Incremento Medio Anual; t : Edad (años); $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ parámetros de regresión.

El punto de culminación del ICA, se obtuvo tomando la segunda derivada de la función original con respecto a la edad, o bien, obteniendo la primera derivada de la función del ICA con respecto a la edad igualando respectivamente a cero y despejando la edad, mientras que el punto de culminación del IMA, se obtuvo tomando la primera derivada de la función del IMA con respecto a la edad, igualando a cero y despejando la edad (Tabla 2.6).

Tabla 2.6-Ecuaciones para obtener el punto de culminación del Incremento Corriente Anual (ICA) e Incremento Medio Anual (IMA).

Modelo	Culminación del ICA	Culminación del IMA
Schumacher	$PCICA = \frac{\beta_1}{2}$	$PCIMA = \beta_1$
Chapman-Richards	$PCICA = \frac{\ln(\beta_2)}{\beta_1}$	$\frac{e^{\beta_1 PCIMA}}{\beta_1 PCIMA} = \beta_2$
		donde: $PCIMA > PCICA$
Weibull	$PCICA = \left[\frac{(\beta_2 - 1)^{\frac{1}{\beta_2}}}{\beta_1 \beta_2} \right]$	$PCIMA > PCICA$ tal que: $1 + \beta_1 \beta_2 PCIMA^{\beta_2}$

Donde: PCICA: Punto de Culminación del Incremento Corriente Anual; PCIMA: Punto de Culminación del Incremento Medio Anual; E : Edad (años); $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = Parámetros de regresión.

Este método ha sido utilizado y recomendado por su eficacia en la representación de las curvas de crecimiento por Ayerde (1996) y por Monárrez y Maldonado (2003) para la predicción del rendimiento en masas de densidad excesiva de *Pinus durangensis* MTZ. en el estado de Durango en México Donde: y : Función integral; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual; t : Edad (años); $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ parámetros de regresión.

Para el procesamiento y análisis de la información se emplearon los programas infomáticos siguientes:

Tabulador electrónico Microsoft Excel

Procesador estadístico SPSS 15.0 para Windows

Procesador matemático Derive 5.02

3.2 Procedimiento para la evaluación de las estructura Estructura diamétricas de la masa

Se empleó el modelo de Weibull el cual está representado en la siguiente ecuación.

$$f(x) = \frac{A}{B} \cdot \left(\frac{x}{B}\right)^{A-1} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x}{B}\right)^A\right) \quad (0 < x \leq \infty)$$

donde:

x : variable aleatoria

a : parámetro de locación

B : parámetro de escala

A : parámetro de forma.

Distribución acumulativa es:

$$f(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x}{B}\right)^A\right) \quad (0 < x \leq \infty)$$

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Evaluación de la Estructura por clases diamétricas

El modelo de mejor para el parámetro A de forma resultado el que se muestra a continuación en la figura 1.

Parámetro A.

$$\ln(A) = -1.28333 \cdot \ln E + 0.622518 \cdot \ln Dg + 1.15561 \cdot \ln H - 0.618773 \cdot \ln \sqrt{N} + .366974 \cdot \ln(FE)$$

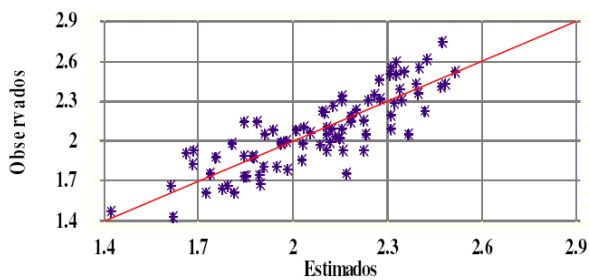


Figura1. Valores estimados de coeficiente A

Este resultado se encuentra en correspondencia con lo encontrado por Ferrere *et al.*, (2001) y difiere de lo reportado por García, (2003) y Montalvo *et al.*,(1989) quienes ajustaron un modelo de distribución normal.

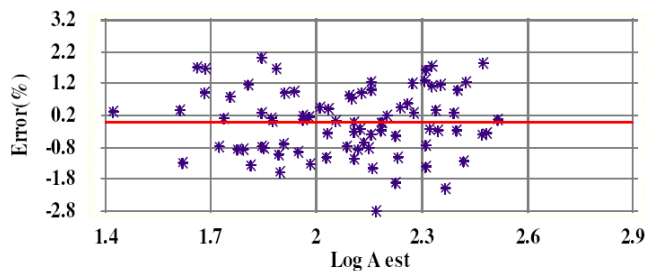


Figura 2. Residuales del coeficiente A

En la figura 2 es una medida de analizar el supuesto de homogeneidad de varianzas el cual se cumple perfectamente, no se percibe una tendencia de asociación de los residuos los cuales se encuentran entre paralelas paralelas.

Con respecto al Parámetro B de escala el modelo de mejor comportamiento resultó el siguiente.

$$\ln(B) = -0.0348481 \cdot \ln(1/E) - 0.0108057 \cdot \ln(FE/IDR) + 0.954496 \cdot \ln Dg + 0.0253826 \cdot \ln(FE)$$

El ajuste de este modelo para se representa en la figura 3.

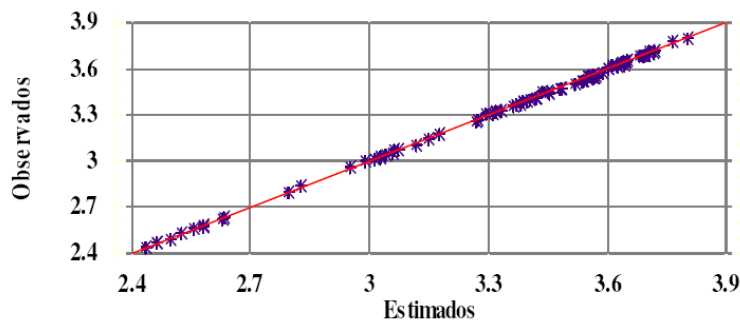


Figura 3. Valores estimados de coeficiente B

En esta figura se percibe el comportamiento lineal de los datos este resultado se corresponde con el encontrado por Ferrere et al., (2001).

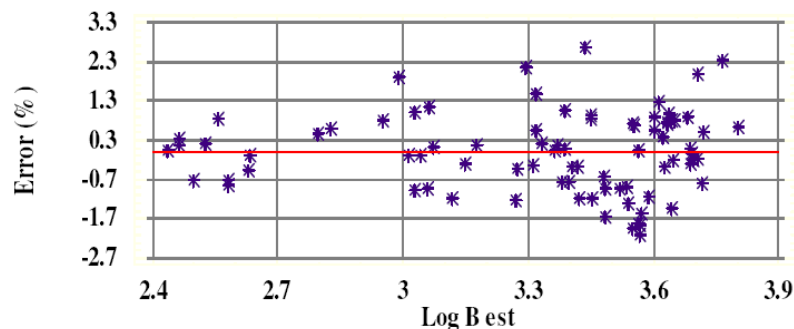


Figura 4. Residuos del coeficiente B

Si bien hay una sobrestimación en el coeficiente A y una subestimación en el coeficiente B Figura 1 y 2, al graficar la frecuencia por clases diamétricas de parcelas observadas, y las estimadas con el modelo, los resultados encontrados fueron considerados altamente satisfactorias anexo 3,4,5,6 y 7.

3.2 Máxima renta en especie

La tabla de tasación de los bosques de Cuba fija un turno de aprovechamiento para la especie *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea* Barret y Golfari para todo el país de 21 años, edad donde la especie ha alcanzado la máxima madurez, con un diámetro a la altura del pecho de 32 cm, este turno se infirió a partir del análisis para el comportamiento de la especie para la región centro-occidental, sin tener en cuenta las diferentes calidades de sitio existentes en estas regiones, lo cual dificulta para un sitio en específico confiar el máximo rendimiento de la especie a esta edad. Este turno se encuentra fijado empíricamente sin una fundamentación científica, al parecer se basa solamente en un criterio de diámetros para su aprovechamiento en la industria.

Analizando el comportamiento de los 85 rodales de la especie a esta edad existentes en la empresa al concluir la ordenación de 2004, se obtuvo la tabla.1 donde a partir de los descriptivos de tendencia central y de dispersión para las variables altura del árbol medio (\bar{h}) y diámetro del árbol medio ($\bar{d}_{1.30}$), se obtuvo una media de 16 cm para el diámetro con un valor máximo de 25 cm muy en correspondencia con los reportado para la especie en la provincia por Gra *et al.*, (1990), García y Adana (2000), y García *et al.*,(2004).

Tabla.1- Estadísticos descriptivos para el $\bar{d}_{1.30}$ y \bar{h} a la edad 21 años

Variablen	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ
\bar{h}	84	11	7	18	12	2,44
$\bar{d}_{1,30}$	84	17	8	25	16	3,95

Profundizando en este análisis se obtiene un diagrama de cajas para el $\bar{d}_{1,30}$ figura. 1 donde se representa el grado de dispersión de los datos de esta variable, observándose que el 50 % de los datos se encuentra en la caja entre los percentiles 25 y 75 concentrando los valores de 19 -14 cm, donde además más del 50 % de estos se hallan por debajo de la mediana 17 cm.

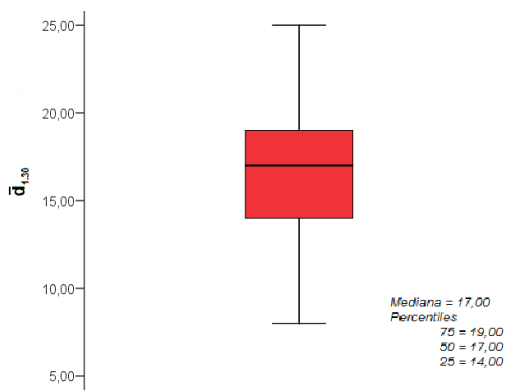


Figura.1-Comportamiento del $\bar{d}_{1,30}$ a una edad de 21 años.

Lo expuesto anteriormente evidencia que el turno de la tala principal de 21 años para las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea* Barret y Golfari no se fundamenta sobre la base del comportamiento real de las plantaciones en la EFI Macurije, lo que trae como consecuencia, que en general se talen grandes superficies y rodales que aún están en pleno crecimiento. Por lo que es necesario

determinar un turno eficiente, con el cual se puedan alcanzar mayores volúmenes de productos maderables con mejor calidad en cuanto a sus dimensiones en sus surtidos comerciales.

A lo anterior hay que añadir también que según el manual para la ejecución de la ordenación forestal en Cuba, realizado por Suárez *et al.*, (2002), el raleo II para esta especie se realiza entre los 16 y los 25 años y el raleo III a las plantaciones con más de 26 años. Por tanto si se ejecuta la tala a los 21 años, nunca se llegaría a realizar el raleo III, el cual tiene como objetivo fundamental la obtención de un crecimiento acelerado de los árboles superiores para reducir el plazo de obtención de la madera de grandes dimensiones y técnicamente maduras; por otra parte, la resinación de las áreas a talar estaría muy limitada ya que habría que comenzar a resinar, como mínimo a los 18 años, cuyo diámetro en el sitio de la mejor calidad estaría muy por debajo de 20 cm que es la dimensión mínima para resinar. Si se analiza el comportamiento diamétrico de las plantaciones utilizando edades superiores a los 21 años de edad, como se observa en la figura. 3 el diámetro medio nunca alcanza los 32 cm como máximo ni mucho menos como medio para edades cercanas a los 21 años como se fija en la tabla de tasación, solo a edades superiores a los 39 años se avizora un acercamiento de algunas plantaciones con valores altos, superiores a los 25 cm que no llegan a ser atípicos, esto nos da una medida de que debe desplazarse el turno para edades superiores a los 30 años.

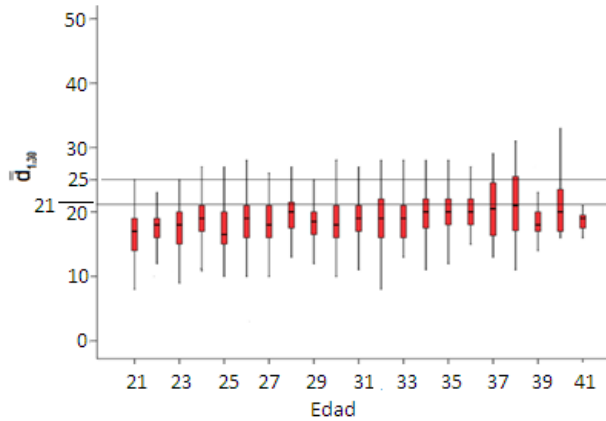


Figura.2- Comportamiento del $\bar{d}_{1.30}$ para plantaciones superiores a 21 años de edad.

La figura.2 se muestra el deficiente manejo silvícola de las plantaciones donde se muestra un comportamiento casi constante del diámetro de las plantaciones para las diferentes edades, aun cuando existen diferentes calidades de sitios en la empresa; por otra parte los sitios donde actualmente se encuentran mayormente estas plantaciones eran los biotopos naturales del *Pinus tropicalis* Morelet, eliminados por los planes de talas de la ordenación del año 1986 (Aldana *et al.*, (2006).

Basándose en el comportamiento biológico del crecimiento de la especie en volumen, se corrobora lo analizado hasta el momento mediante el estudio de los incrementos corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA).

Para ello se obtuvo como el modelo de crecimiento en volumen de mejor ajuste el de Chapman-Richads, con los valores de los coeficientes de correlación de Pearson $R=0,88$; un coeficiente de determinación $R^2=0,77$ más altos y el error de estimación $S_x=0,50$ más bajo. Además de comprobada la relación significativa

entre las variables mediante el ANOVA $\lambda < 0,05$ y contrastada la hipótesis nula de que los coeficientes de regresión valen cero en la población como mostró la tabla.3.

Tabla. 3- Coeficientes de regresión parcial

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Sx	Beta		
	Ln β_0	6,40	,06		
β_1	2,52	,09	,88	29,35	,00

Sustituyendo los coeficientes no estandarizados en la ecuación queda definida por:

$$V = 604,73 * (1 - e^{-0,05 * A})^{2,52}$$

Obtenido el modelo se procedió a la construcción de las curvas del ICA e IMA, así como los puntos de culminación del incremento corriente anual y medio anual (PCICA y PCIMA) figura. 3, coincidiendo con lo realizado por (Ayerde, 1996; Monárrez y Maldonado, 2003)

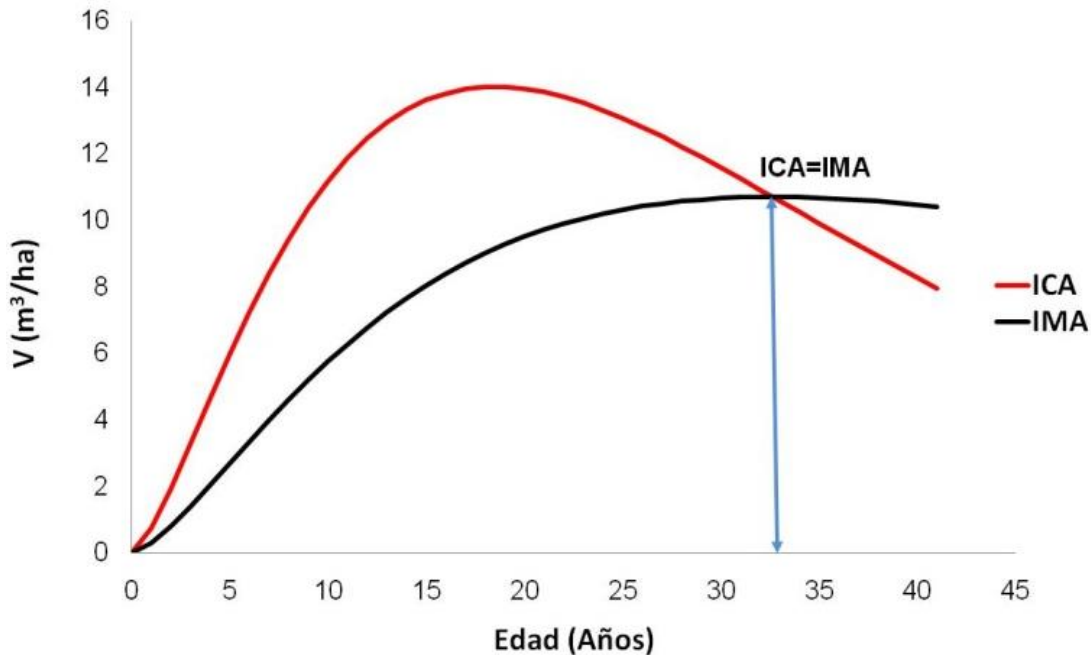


Figura 3- Patrones de crecimiento e incremento en volumen de la especie

La figura. 3 mostró que el máximo crecimiento corriente anual es más elevado y se alcanzó más rápidamente que el crecimiento medio anual. El máximo de la curva del crecimiento medio anual se sitúa en el momento donde corta a la del crecimiento corriente anual, hay pues igualdad entre estos dos crecimientos a esta edad, lo cual corresponde también al instante donde se puede trazar la tangente a la curva de la producción total ($m^3/ha/$ año) que pasa por el origen de coordenadas, coincidiendo con Pardé y Bouchon (1994) en que el máximo ICA sucede a la edad de 20 años, mientras que el máximo IMA se encuentra coincidiendo con el punto de intersección donde $ICA = IMA$ y este sucede a la edad de 33 años. Cuando el IMA alcanza su máximo valor, se define en los sistemas de manejo forestal como el mejor momento, desde el punto de vista silvicultural, indicando así la edad óptima de rotación técnica del rodal, también

conocido como rotación comercial, momento en que debe ser procesada la explotación forestal. Cuando en esa edad los árboles del rodal no han alcanzado aún el diámetro mínimo deseado o establecido, en función del destino a la que se desea la producción forestal, se debe proceder a la aplicación de alguna acción silvicultural (raleo, poda, fertilización del terreno u otro), para que el rodal retome el crecimiento y los individuos arbóreos puedan ingresar en la correspondiente explotación forestal.

Estos resultados del crecimiento medio anual se encuentran en correspondencia con lo reportado por Herrero *et al.*,(1985) para diferentes sitios de Alturas de Pizarra en plantaciones de 12 años de edad con mantenimiento y tratamientos silviculturales de baja intensidad donde en el sitio de mejor calidad obtuvo un IMA de 13,76 m³/ha/año, en los sitios intermedios entre 6,32 m³/ha/año y 8,34 m³/ha/año; así como los encontrados por Matos, (1972) en la unidad de manejo los “Ocujes” perteneciente a dicha empresa donde con 8 años de edad una plantación de la especie obtuvo un incremento a razón de 9 m³/ha/año.

Este comportamiento se encuentra muy por debajo de las potencialidades reales de la especie la cual con un manejo adecuado experimenta incrementos superiores tales es el caso de incremento reportado por Matos, (1972) en los “Ocujes” unidad de manejo de esta empresa, obtuvo un incremento medio anual de 18,71 m³/ha a los 11 años de edad muy por encima del comportamiento obtenido en este trabajo.

Con el turno encontrado para la especie en este contexto, coinciden Aldana *et al.*,(2009) para las condiciones de sitios de la EFI Viñales basándose en el

comportamiento del volumen para los diferentes índices de sitio obtenidos mediante un análisis económico sobre un criterio de cortabilidad financiero para la especie; así como por Herrero *et al.*, (1985) quienes sugieren un turno de corta para *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Alturas de Pizarra entre los 25 y los 30 años, de acuerdo con las condiciones de sitios y su silvicultura, sugiriendo además considerar la realización de un raleo adicional a los 25 años de edad con el objetivo de aumentar la productividad de las masas.

La variedad hondurensis ha experimentado resultados similares Fierros, (1989); Montero,(1992); Montero y Fierros,(2000) en sitios de Oaxaca, México, donde la culminación de los IMA para el volumen comercial se ubica entre las edades de 30-35 años y de 25-30 años con valores de 14, 17 y 21 m³/ha/año para los índices de sitio 12, 15 y 18 respectivamente, fijando un turno alrededor de los 31 años de edad.

CONCLUSIONES

- Las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en la Empresa Forestal Integral Macurije presentan bajos rendimientos de las variables dasométricas.
- El turno de 21 años propuesto por la tabla de tasación de los bosques de Cuba no se justifica por el comportamiento real del patrimonio de plantaciones de la especie en esta empresa.
- Las condiciones de sitios y el manejo forestal implementado en esta empresa favorecen un turno de cortabilidad físico de 30-35 años de edad en función del comportamiento medio del volumen para todas las calidades de sitios.
- La función de probabilidad Weibull es una herramienta válida para la distribución en clases de frecuencias de los individuos del rodal, lo que permite diferenciar el volumen por hectárea de un rodal en diferentes clases de tamaño.

RECOMENDACIONES

A la Delegación Provincial de la Agricultura

- La metodología para la determinación de los turnos técnicos forestales es aplicable a biomásas no forestales por lo que puede ser utilizada siempre que las funciones de producción temporales cumplan los requerimientos teóricos exigidos.
- Emplear los turnos técnicos forestales obtenidos en el trabajo los cuales generan una mayor ganancia económica que él implementado en la práctica productiva en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldana, E, Puentes, M, Romero J,L (2006): Proyecto de Ordenación EFI Macurije. Ministerio de la Agricultura.
- Aldana, E; Rodríguez, J; Padilla, G; García, I (2009): Análisis de diferentes edades para establecer el turno de tala en plantaciones de *Pinus caribaea* en la EFI Viñales. Memorias del IV DEFORS, ISBN: 978-959-7139-89-8.
- Ayerde L. D (1996): Análisis de curvas de crecimiento de árboles y masas forestales. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales, Chapingo México. 255 p.
- Fierros GAM (1989): Site quality, growth and yield and growing space occupancy by plantations of *Pinus caribaea* var. hondurensis in Oaxaca, México.Ph.D. Thesis. New Haven, Yale University, Conn. pp5-15,62-110 y 168-197pp
- García, I y Aldana, E (2000): Tablas de rendimiento y crecimiento para el *Pinus caribaea* en Pinar del Río. SIMFOR.
- García, I; Aldana, E; Zaldivar, A (2004): Tablas de rendimiento y crecimiento para la EFI Macurije. SIMFOR.UPR.
- Geada, G (2010): Conversación personal. Universidad de Pinar del Río.
- Grá, A; Lockow,K; Vidal,A; Rodríguez,J; Echeverría, M; Figuerroa, C(1990): Informe etapa 509-09.24: Tablas de Volumen y surtido y densidad del *Pinus caribaea* en plantaciones puras para Cuba. Informe etapa 509-09.24.
- Herrero, J; Renda, A; González, A; Grá, H, De Nacimiento, J; Peña, M; Castillo, E; Jiménez, M; Herrero, G; Alvarez, M; García, A; Pérez, M (1985):

Manejo del *Pinus caribaea* var *caribaea* en las zonas de Alturas de Pizarra, provincia de Pinar del Río. Boletín de Reseñas. Grupo de publicaciones CIDA. No 3. Centro de Investigaciones Forestales. Ministerio de la Agricultura. 60pp.

- Matos, E (1972): Análisis de crecimientos en alturas, áreas basales y volúmenes del *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea* Barrett y Golfari, en algunas plantaciones realizadas en Cuba. Memorias especiales de Cuba al VII Congreso Forestal Mundial. pp.113-134.
- Monárrez, J. C. y Maldonado, H (2003): Predicción del rendimiento en masas de densidad excesiva de *Pinus durangensis* MTZ. en el estado de Durango. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Vol. 9 (001): 45-56.
- Montero, M (1992): Modelo de crecimiento para *Pinus caribaea* var *hondurensis* en La Sabana, Oaxaca, México. Tesis de Lic. División de Ciencias Forestales Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo. 95pp.
- Montero, M; Fierros, C; Aurelio, M (2000): Predicción del crecimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret y Golfari en “La Sabana”, Oaxaca, México. Revista Forestal Centroamericana. (32):20-25.
- Pardé, J y Bouchonh, J (1994): Dasometría. 2da Reimpresión. Versión española. Editorial Paraninfo. Madrid. 382 p.
- Suárez, M. T; Palenzuela, L. y Roldán, P.P (2002): Manual para la Ejecución de la Ordenación Forestal. Reelaborado basándose en el trabajo

original de Alexander Eremeev- asesor internacional del equipo técnico de Ordenación Forestal. 103 p.

- Glade, J. 1980 Prognose de volume por classes diamétricas para Eucalyptus grandis Hill Ex Maiden. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 94 pags.
- T Prodan, M.; Peters, R.; Cox, F; Real, P. 1997. Mensura Forestal. Ed. IICA (586 p).
- T Crechi, E; Fassola, H; Ferrere, P. 1999. Informe de avance Simulador Pinus taeda. Tema distribuciones diamétricas.

Anexos

Anexo 1

Tabla 2.1 Información necesaria para determinar el VAN

Desagregación de los precios zonales de acuerdo a la preparación de suelos.

Zonas montañosas (\$/ha).

Actividades	Manual
Vivero	182,22
Preparación de tierra	261,06
Plantación	81,07
Mantenimiento 1 año	129,06
Mantenimiento 2 años	115,07
Mantenimiento 3 años	97,44
Total Plantación establecida	865,92

Fuente: Circular No.2 de 1997 Ministerio de la Agricultura

Anexo 2

Impuestos madereros relacionados con la actividad forestal \$ / m³

Grupo de especies	Surtido				
	Especiales	Grueso	Mediano	Fino	Leñas
Coníferas	13,00	11,00	8,50	6,50	0,75

Fuente: Resolución No. 50/96 Ministerio de Finanzas y Precio

Costo de los Tratamientos. Fuente EFI Pinar del Río.

Tratamiento	Raleo I	Raleo II	Raleo III
Costo	353,01	431,98	458,11

Anexo 3

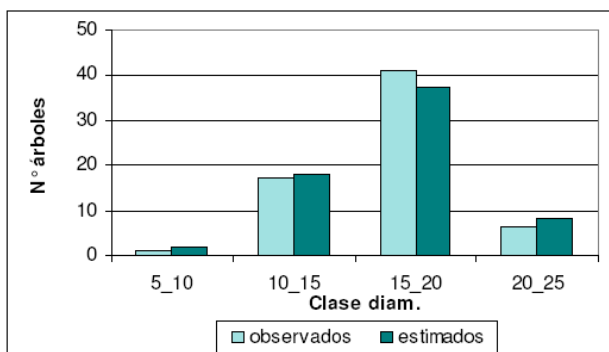


Figura 6. Frecuencia de árboles por clases diamétricas observadas y estimadas a los 6 años.

Anexo 4

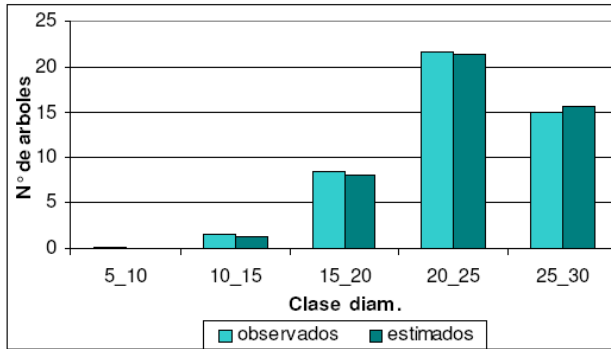


Figura 6. Frecuencia de árboles por clases diamétricas observadas y estimadas a los 10 años.

Anexo 5

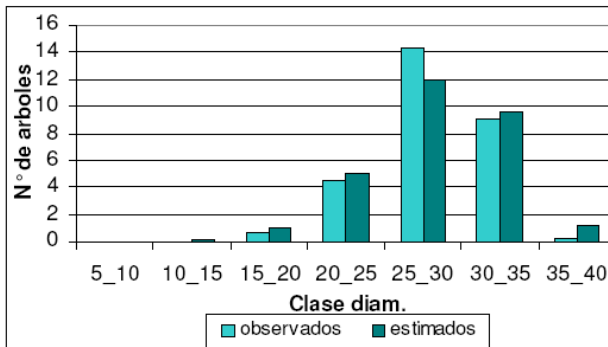


Figura 7. Frecuencia de árboles por clases diamétricas observadas y estimadas a los 12 años.

Anexo 6

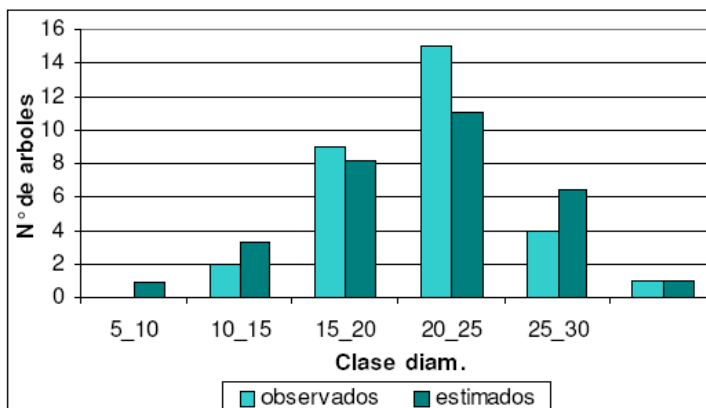


Figura 8. Frecuencia de árboles por clases diamétricas observadas y estimadas a los 15 años.

Anexo 7

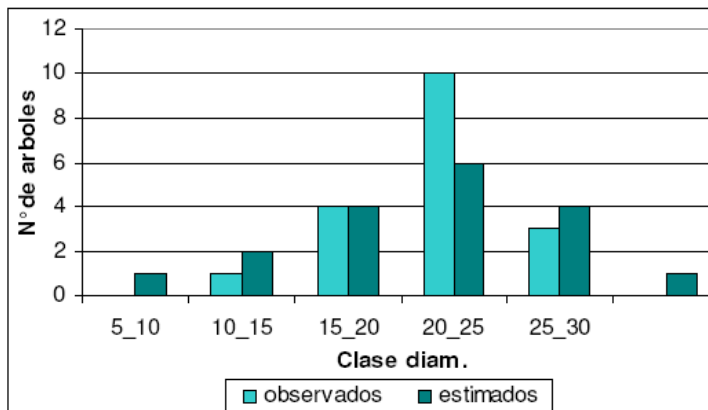


Figura 9. Frecuencia de árboles por clases diamétricas observadas y estimadas a los 18 años.