



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

COORDINACIÓN GENERAL DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

GERENCIA DE DESARROLLO DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

**METODOLOGÍA PARA REALIZAR Y PRESENTAR LOS INFORMES DE SOBREVIVENCIA INICIAL (ISI) DE LAS
PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES
(ASPECTOS TÉCNICOS)**

Enero, 2012

CONTENIDO

1. OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA	3
2. CONCEPTOS SOBRE LA EVALUACIÓN	3
2.1 Generalidades sobre la evaluación	3
2.2 Definiciones	4
3. PROCEDIMIENTO	5
3.1 Evaluación de la sobrevivencia en una plantación	5
3.2 Selección de la muestra	5
3.3 Distribución de los sitios de muestreo	5
3.4 Forma y tamaño de los sitios	5
3.5 Precisión, confiabilidad e intensidad de muestreo	6
4. PROCESO ESTADÍSTICO	7
4.1 Evaluación de la Sobrevivencia de una Plantación	7
4.2 Evaluación del Estado Sanitario de una Plantación	10
5. REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ISIS	12
6. BIBLIOGRAFÍA Y LITERATURA CITADA	13
7. ANEXOS	15

PRESENTACIÓN

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través de la Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales de la Coordinación General de Producción y Productividad de la CONAFOR, opera el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales, que otorga subsidios directos a ésta actividad.

Su objetivo es apoyar el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, a fin de reducir las importaciones de productos forestales, creando al mismo tiempo alternativas de desarrollo sustentable y diversificación productiva en México, mediante la reconversión al uso forestal de terrenos que alguna vez fueron desmontados con fines agropecuarios.

1. OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA

- ❖ Evaluar el desarrollo de las plantaciones forestales comerciales establecidas por los beneficiarios.

2. CONCEPTOS SOBRE LA EVALUACION

El Informe de Supervivencia Inicial (ISI) consiste básicamente en un proceso de evaluación, por ello es conveniente precisar los conceptos elementales de tal proceso.

2.1 Generalidades sobre la evaluación

La evaluación puede hacerse por un censo (medición de toda la plantación), o por un muestreo (medición de una parte de la plantación). Generalmente el censo no es una opción práctica por los recursos que demanda para su realización. Para este caso en particular, la opción más recomendable es realizar la evaluación mediante un muestreo.

Ya que el muestreo deberá ser probabilístico, será posible establecer un nivel de confiabilidad y un tamaño de error de estimación máximo aceptable.

Para esta metodología el nivel de confiabilidad es de 95% y un tamaño de error de estimación máximo aceptable de 5 %.

Los objetivos de la evaluación son los siguientes:

- 1) Evaluación de la supervivencia.
- 2) Evaluación del estado sanitario.

Aunque las características que se evalúan son dos, debe entenderse que pueden evaluarse dentro de un mismo muestreo, y no en un muestreo para cada una de ellas.

2.2 Definiciones

ARBOL VIVO. Es un árbol que se encuentra en buen estado fisiológico y que no tenga indicios de una muerte inminente.

ARBOL SANO. Es aquel individuo que no presenta daño visible por plagas y/o enfermedades.

CONFIABILIDAD. Nivel de probabilidad de acierto con que se realiza una inferencia, por ejemplo, la probabilidad de que la media o la proporción de una población esté incluida en un intervalo propuesto.

DISEÑO DE MUESTREO. Procedimiento para seleccionar una muestra.

EVALUACION. Es el mecanismo que se empleará para obtener la información necesaria para formular el Informe de Supervivencia Inicial que acredite el cumplimiento del calendario de plantación correspondiente, la supervivencia y el estado sanitario de la plantación. Tal evaluación deberá satisfacer mínimamente las especificaciones que se establecen en este manual.

EVALUACION DE LA SUPERVIVENCIA. Determinación en cada individuo, un árbol, la posesión del atributo “estar vivo”, sin valores intermedios, esto es, se tiene o no se tiene el atributo.

MARCO DE MUESTREO. Un listado real o virtual de todos los elementos o unidades de muestreo de una población.

MEDICION. Determinación del valor de una característica o variable. Así, la medición puede ser cuantitativa o cualitativa. En todo caso, la medición deberá hacerse de tal manera que se eviten sesgos inducidos por quien hace la medición o por el instrumento que se emplea para hacerla.

MUESTREO. Procedimiento estadístico mediante el cual se obtiene una parte representativa, llamada muestra, de una población. La medición solamente se realiza en las unidades muestrales incluidas en la muestra.

GDPFC: La Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales.

DATUM WGS84 (acrón) World Geodetic System 1984: Es un modelo de referencia global utilizado para sistemas de coordenadas geográficas y proyecciones planas.

Parámetros de la cartografía: La cartografía se entregará con un sistema de coordenadas de tipo Latitud, Longitud en formato de Grados, Minutos y Segundos con dos decimales en los segundos. (GG MM SS.SS) en formato shape, DATUM WGS84. Cada archivo shape deberá de estar debidamente identificado con la nomenclatura del nombre del archivo y realizado de conformidad con las características para los campos de su base de datos, lo anterior atendiendo a lo que cada categoría de apoyo defina, a fin de que éstos puedan ser integrados en una base de datos georreferenciados a nivel nacional. Para la producción de los archivos shape se podrá utilizar un software comercial o gratuito, que use y produzca como formato de salida el shape.

Shape (shapefile): Formato de datos geográficos vectoriales que almacena la forma de un objeto geográfico, desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute) el cual se compone de al menos 3 archivos con extensiones .shp, .dbf, .shx

3. PROCEDIMIENTO

3.1 Evaluación de la sobrevivencia en una plantación

La evaluación de la sobrevivencia permite obtener una medida cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se desea conocer es la proporción de árboles que están vivos respecto a los árboles efectivamente plantados o la densidad mínima establecida o autorizada, si está es mayor; la medición se hace en cada árbol.

Se entenderá como plantación al conjunto de todos los árboles que han sido plantados en un predio o rodal. **En caso de que existan fracciones de terreno separadas, cada predio o rodal será evaluado como unidad por sí misma.**

3.2 Selección de la muestra

La selección de la muestra consistirá en identificar como unidades de muestreo a sitios de determinada dimensión y forma y realizar la selección sistemática de ellos, en los que la evaluación se realiza en los árboles plantados incluidos en cada una de los sitios seleccionados. Esta opción se considera como ventajosa por su practicidad y se identifica como el diseño de Muestreo por Conglomerados, en donde cada parcela es un conglomerado y los árboles son las unidades de muestreo secundarias, el muestreo es en una sola etapa, ya que todos los árboles dentro de una parcela seleccionada son evaluados.

3.3 Distribución de los sitios de muestreo

Aún cuando la teoría del muestreo se finca en la selección aleatoria de las unidades de muestreo sobre el marco de muestreo, la selección sistemática ha probado superioridad en la práctica y empleando las mismas fórmulas, los resultados satisfacen el nivel de precisión esperado, siempre que la población no tenga una distribución sistemática en cuanto al valor de la variable que se evalúa.

Para hacer una distribución sistemática de los sitios, se empleará una retícula, a la escala del plano o croquis, que ubique el número de puntos, representando cada uno a un sitio, correspondiendo a una determinada intensidad de muestreo. Las distancias entre líneas de muestreo y entre sitios deben ser iguales. Para una intensidad de muestreo de 0.5 % con sitios de 100 m², esa equidistancia debe ser de 140 m aproximadamente.

3.4 Forma y tamaño de los sitios de muestreo

En evaluaciones recientes de sobrevivencia de arbolado menor de tres metros de altura y densidades de plantación de 1000 a 1400 árboles/ha se han empleado sitios de 100 m² de forma circular (5.64 m de radio) por lo que es el tamaño y forma que se emplearan en esta evaluación. Aunque el marco de muestreo generado por sitios circulares no cubre toda la superficie que se pretende evaluar, en medición forestal ha sido aceptada esa forma, dado que esa insuficiencia no es grave y en cambio el trazo de la parcela tiene ventajas sobre otras formas. Tomando en cuenta lo anterior en plantaciones con densidad mínima de 1000 plantas/ha, se aceptará el muestreo en sitios circulares de 100 m², haciendo la selección sistemática.

Por otra parte, en plantaciones forestales comerciales se ha encontrado una óptima relación entre eficiencia de muestreo y costo cuando el sitio incluye entre 15 y 20 árboles (Akça, 1993). Considerando este principio se sugieren en el cuadro siguiente los distintos tamaños de sitios de muestro, según sea la densidad de plantación a evaluar.

Cuadro 1. Tamaño del sitio circular según la densidad de plantación, para muestreos sistemáticos empleados en la evaluación de la calidad de plantaciones.

Arboles/ha	600 a 750	750 a 1000	1000 a 1400	1400 a 2000*	3000 a 4500**	>4500***
Radio del sitio (m)	8.92	7.98	6.91	5.64	2.5	1
Área del sitio (m ²)	250	200	150	100	20	3

*Para maderables, no maderables y árboles de navidad.

** Para candelilla, lechuguilla y aquellas especies arbustivas que su densidad de plantación se encuentre en el rango

***Para palma camedor y aquellas especies arbustivas que tengan una alta densidad de plantación

3.5 Precisión, confiabilidad e intensidad de muestreo

La precisión que se demanda en la estimación de la proporción de sobrevivencia es del 5 % con una confiabilidad de 95 %. Se recomienda emplear una intensidad de muestreo de 0.5 %, cuando se tienen superficies de 50 ha o mayores. Sin embargo, en plantaciones o estratos muy pequeños (1 a 3 ha) el tamaño del error de muestreo es normalmente muy alto, y se requiere entonces de un número mayor de sitios para obtener estimaciones representativas (Spitler, 1995).

Cuadro 2. Intensidad de muestreo sugerida:

Tamaño del estrato o plantación (ha)	Intensidad de muestreo (% del área total)	Número de sitios por ha	Distanciamiento entre sitios y fajas (m)
1.0 a 3.0	2.5	2.5	63
3.1 a 6.0	2.0	2.0	71
6.1 a 10.0	1.5	1.5	82
10.1 a 20.0	1.0	1.0	100
20.1 a 50.0	0.75	0.75	115
> 50.0	0.5	0.5	140

En el cuadro anterior es notorio que entre más pequeña es la plantación aumenta la Intensidad de muestro y disminuye la distancia entre líneas y transectos, por lo cual aumentara el numero de sitios por hectárea. La distancia entre sitios y fajas se obtiene en base a la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{A}{P}} = \sqrt{\frac{30,000m^2}{7.5}} = 63m$$

Donde:

D= La distancia entre sitios y fajas.

A= El área de la plantación en m².

P= Número de sitios a muestrear de acuerdo a la intensidad de muestro.

Núm. sitios se obtiene: (área m cuadrados/ Tamaño de sitio) Intensidad de muestreo en decimales.

4. PROCESO ESTADÍSTICO

4.1 Evaluación de la sobrevivencia de una plantación

Ejemplo de aplicación:

El objetivo es conocer la proporción de árboles vivos respecto de los árboles plantados de una determinada plantación. Enseguida se expone un ejemplo en el que de manera inductiva se desarrollarán las partes sustantivas de una evaluación de la sobrevivencia.

Supóngase una plantación de 100 ha, plantada con un espaciamiento de 2.5 X 2.5 m entre plantas, 1600 árboles por hectárea, por lo que se tendrán 160,000 árboles en la plantación. Se emplearán sitios de muestreo de 100 m², por lo que se espera encontrar 16 árboles por sitio. La notación que se empleará es:

- p : Proporción estimada de árboles vivos.
 q : Proporción estimada de árboles muertos, (1-p)
 a_i : Número de árboles vivos en el sitio i.
 N : Número total de sitios, que al ser de forma circular, será igual a 10,000; por lo expuesto antes, se aceptará ese número (10 000).
 n : Número total de sitios que se evalúan, tamaño de la muestra, en el ejemplo se considerarán solamente 10, que representa el 0.1 % de intensidad de muestreo, pero la que se recomienda es la del cuadro 2 (0.5 %).
 m_i : Número de árboles plantados en el sitio i.
 \overline{m} : Número promedio de árboles plantados por sitio en la muestra.
 $v(p)$: Varianza estimada de p .
 LIM : Límite de error para la estimación de p o p' o p'' , según el caso, con una confiabilidad del 95%.

Las ecuaciones apropiadas para esta estimación son (Scheaffer, Mendenhall y Ott, 1987):

Estimador de la proporción de sobrevivencia (p):

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Varianza estimada de p :

$$v(p) = \left(\frac{N-n}{Nnm} \right) \left[\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2}{n-1} \right]$$

$$LIM = 2\sqrt{v(p)} = 2\sqrt{\left(\frac{N-n}{Nnm}\right)\left[\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2}{n-1}\right]}$$

Número promedio de árboles plantados por sitio en la muestra (\bar{m}):

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n}$$

Los resultados de los 10 sitios de muestreo evaluados, junto con algunos cálculos intermedios se presentan enseguida:

Sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
No. de árboles plantados (vivos y muertos) (m_i)	14	15	16	17	16	16	17	17	16	16	160
No. de árboles vivos (a_i)	12	11	13	14	15	14	17	17	15	14	142
Cálculo intermedio (m_i^2)	196	225	256	289	256	256	289	289	256	256	2568
Cálculo intermedio (a_i^2)	144	121	169	196	225	196	289	289	225	196	2050
Cálculo intermedio ($a_i m_i$)	168	165	208	238	240	224	289	289	240	224	2285

Con esta información y empleando las ecuaciones anteriores se tiene:

Proporción estimada de sobrevivencia:

$$p = \frac{142}{160} = 0.8875$$

Para calcular la varianza estimada de p se debe calcular:

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = \sum_{i=1}^n a_i^2 - 2p \sum_{i=1}^n a_i m_i + p^2 \sum_{i=1}^n m_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n (a_i - p m_i)^2 = 2050 - (2)(0.8875)(2285) + (0.8875)^2 (2568) = 16.82625$$

$$\bar{m} = \frac{160}{10} = 16$$

La varianza estimada de p es:

$$v(p) = \left(\frac{10000 - 10}{(10000)(10)(16)^2} \right) \left[\frac{16.82625}{9} \right] = 0.00072957$$

El límite para el error de estimación es:

$$LIM = 2\sqrt{v(p)} = 2\sqrt{0.00072957} = 0.054$$

Estos resultados indican que la estimación de la proporción de sobrevivencia es de 0.8875 (88.75 %), con un error de estimación de 0.054 (5.4 %), es decir, que la sobrevivencia para toda la plantación se estima entre 0.8335 (83.35%) y 0.9415 (94.15%).

El error de estimación no satisface la precisión requerida, ya que ésta es de 0.05 (5 %) con una confiabilidad de 95 %. Este resultado no es sorprendente ya que el número de sitios es reducido, solamente 10. Para satisfacer la precisión requerida es necesario hacer un muestreo de sitios adicionales; enseguida se expone la manera de calcular el número de sitios que es necesario evaluar en total, para satisfacer esa precisión.

El tamaño de muestra está dado por:

$$n = \frac{NS_c^2}{ND + S_c^2}$$

Donde:

$$S_c^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n'} (a_i - p_{mi})^2}{n' - 1} \quad \text{y} \quad D = \frac{B^2 m}{4}$$

S_c^2 Es una expresión relacionada con la varianza, que en este caso se calculó en 1.86958

B : Es el error que el investigador está dispuesto a aceptar (precisión), en esta evaluación es de 0.05

n : Es el tamaño de muestra que aproximadamente satisfará la precisión deseada (0.05). Resulta al despegar n de la siguiente expresión:

$$2\sqrt{v(p)} = B$$

La derivación de este tamaño de muestra supone normalidad y una confiabilidad del 95%.

n' : Es el tamaño de la muestra preliminar.

D : Es un cálculo intermedio que depende del error aceptable, del número promedio de árboles en cada sitio y de la confiabilidad establecida.

Considerando el ejemplo desarrollado como una muestra preliminar y sustituyendo los valores en las ecuaciones correspondientes se tiene:

$$S_c^2 = 1.86958 \quad ; \quad D = \frac{(0.05)^2 (16)^2}{4} = 0.16$$

$$n = \frac{(10000)(1.86958)}{(10000)(0.16) + (1.86958)} = 11.67 \approx 12$$

El tamaño de muestra que aproximadamente satisfará la precisión requerida es de 12 sitios de muestreo, habiendo ya evaluado 10, es necesario evaluar otros dos adicionales.

4.2 Evaluación del estado sanitario de una plantación

El objetivo es conocer la proporción de árboles sanos respecto de los árboles vivos de una determinada plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños visibles por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

Ejemplo de aplicación:

Las ecuaciones para este ejemplo son muy similares a las usadas en el ejemplo anterior:

Estimador de la proporción de sanidad (p'):

$$p' = \frac{\sum_{i=1}^n a'i}{\sum_{i=1}^n ai}$$

Varianza estimada de p' :

$$v(p') = \left(\frac{N-n}{Nna^{-2}} \right) \left[\frac{\sum_{i=1}^n (a'i - p' ai)^2}{n-1} \right]$$

Límite para el error de estimación (LIM):

$$LIM = 2\sqrt{v(p')} = 2 \sqrt{\left(\frac{N-n}{Nna^{-2}} \right) \left[\frac{\sum_{i=1}^n (a'i - p' ai)^2}{n-1} \right]}$$

Número promedio de árboles vivos por sitio en la muestra (\bar{a}):

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{n}$$

Donde además a'_i es el número de árboles sanos en el sitio i y a_i , como antes, es el número de árboles vivos en el sitio i .

Los resultados de los 10 sitios de muestreo evaluados, junto con algunos cálculos intermedios se presentan enseguida:

Sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
No. de árboles vivos (a_i)	12	11	13	14	15	14	17	17	15	14	142
No. árboles sanos (a'_i)	11	10	12	13	13	12	15	16	14	12	128
Cálculo intermedio (a_i^2)	144	121	169	196	225	196	289	289	225	196	2050
Cálculo intermedio ($a_i'^2$)	121	100	144	169	169	144	225	256	196	144	1668
Cálculo intermedio ($a_i a'_i$)	132	110	156	182	195	168	255	272	210	168	1848

Con esta información y empleando las ecuaciones correspondientes se tiene:

Estimador de la proporción de sanidad:

$$p' = \frac{128}{142} = 0.90$$

Para calcular la varianza estimada de p' se debe calcular:

$$\sum_{i=1}^n (a'_i - p' a_i)^2 = \sum_{i=1}^n a_i'^2 - 2p' \sum_{i=1}^n a'_i a_i + p'^2 \sum_{i=1}^n a_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n (a'_i - p' a_i)^2 = 1668 - (2)(0.90)(1848) + (0.90)^2 (2050) = 2.1$$

$$\bar{a} = \frac{142}{10} = 14.2$$

La varianza estimada de p' es:

$$v(p') = \left(\frac{10000 - 10}{(10000)(10)(14.2)^2} \right) \left[\frac{2.1}{9} \right] = 0.00012$$

El límite para el error de estimación es:

$$LIM = 2\sqrt{v(p')} = 2\sqrt{0.00012} = 2(0.011) = 0.022$$

Este resultado indica que la estimación de la proporción de árboles sanos es de 0.90 (90 %), con un error de estimación de 0.022 (2.2 %), es decir, que la sanidad para toda la plantación se estima entre 0.878 (87.8 %) y 0.922 (92.2%).

En este caso el error de estimación es de 0.022 (2.2 %) con una confiabilidad de 95%. Por lo tanto, el tamaño de muestra es suficiente para estimar el estado sanitario de la plantación.

5. REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ISIS

5.1 REQUISITOS QUE DEBERÁN CUMPLIR LOS PROFESIONALES EXTERNOS ELEGIBLES

Los requisitos que deberán cumplir los profesionales externos elegibles para realizar verificaciones del establecimiento y mantenimiento inicial de plantaciones forestales comerciales, para el pago de los recursos señalados en las Reglas de Operación, son los siguientes:

- I. Preferentemente estar inscrito en el Registro Forestal Nacional, en su carácter de prestador de servicios técnicos forestales, de conformidad con lo establecido en el artículo 107 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 75 y 76 de su Reglamento; y
- II. Certificarse y estar vigente como asesor en el Padron de la CONAFOR, en el concepto de apoyo para plantaciones forestales comerciales.

5.2 PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME DE SOBREVIVENCIA INICIAL

Los requisitos que deberán cumplir los profesionales externos en la presentación del Informe de Supervivencia Inicial:

- I. Presentar la información en formato impreso y digital;
- II. Presentar el ISI en apego a la metodología diseñada para ello y demás disposiciones;

Para la presentación de la información geográfica se debe considerar lo siguiente:

- I. Presentar un solo archivo Excel editable con las coordenadas en (GG MM SS) omitiendo cualquier simbología (° ' ");
- II. Presentar los shapefiles tanto de vértices como de los polígonos en coordenadas geográficas Datum WGS84;
- III. Las coordenadas y polígonos deberá ser únicamente del área efectivamente plantada, no de todo el predio;
- IV. En caso de presentar más de un polígono deberá remitir las coordenadas de cada uno de los polígonos y no un sólo punto;
- V. Presentar en archivo Excel editable las coordenadas en (GG MM SS) omitiendo cualquier simbología (° ' '), del predio autorizado por la SEMARNAT;
- VI. Para la determinación del municipio se deberá apoyar en la cartografía emitida por el INEGI;
- VII. Cuando se presente algún ajuste de superficie por pendiente, deberá presentar de forma detallada el procedimiento utilizado, así como los archivos respectivos en formato impreso y digital;
- VIII. Evitar reportar superficies mayores a las determinadas por coordenadas

5.3 DE LAS RESTRICCIONES PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME DE SOBREVIVENCIA INICIAL

No podrán realizar informes de supervivencia inicial:

- I. Personas físicas o morales que se encuentren sancionadas en el Registro Nacional Forestal;
- II. Personas físicas o morales que tengan en suspensión su certificación;
- III. Servidores públicos en funciones;
- IV. Técnicos que contraten las asociaciones de silvicultores;

- V. No se podrá verificar una plantación, si no cuenta con el convenio de adhesión ni con la constancia de registro del aviso de la plantación forestal comercial y/o la autorización del programa de manejo, emitido por la SEMARNAT; y
- VI. La verificación podrá realizarse a partir de que la plantación cuente con cinco meses de establecida. El informe deberá ser presentado en las oficinas de la CONAFOR dentro de los dos meses posteriores a la toma de datos de campo.

6. BIBLIOGRAFÍA Y LITERATURA CITADA

AK CA, A. 1993. Forest Inventory. Institut for Forestein-Richtung und Ertragskunde. Universidad de Gottingen, Alemania. 180 p.

FRANK FREESE. 1970. Métodos Estadísticos Elementales Para Técnicos Forestales. Manual de Agricultura No. 317. Servicio Forestal. Departamento de Agricultura de los EE.UU. de A. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional. México / Buenos Aires. 101 p.

FREESE, F. 1979. Muestreo forestal elemental. AID- CRAT, México – Buenos Aires. 96 p.

GALLEGOS, A., MURILLO O. y BADILLA Y. 2002. Guía para la Evaluación de la Calidad del Establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales. Instituto Tecnológico de Costa Rica – Universidad de Guadalajara. Inédito. Guadalajara, Jalisco. 41 p.

INFANTE GIL, S. y G. P. ZARATE DE LARA. 1994. Métodos Estadísticos: Un Enfoque Interdisciplinario. Editorial Trillas. México D. F. 643 p.

MARTINEZ GARZA, A. 1994. Experimentación Agrícola: Métodos Estadísticos. Universidad Autónoma Chapingo. México. 357 p.

MILLER, I. R; J. E. FREUND y R. JOHNSON. 1992. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. Cuarta Edición. México D. F. 624 p.

SCHEAFFER, R.L., MENDENHALL, W. y OTT, L. 1987. Elementos de muestreo. Trad. Rendón, S. G. Y Gómez A.J.R. Grupo Editorial Iberoamérica., México, D.F. 321 p.

SCHREUDER, H.T., GREGORIE, T.G. y WOOD, G.B. 1993. Sampling methods for multiresource forest inventory. Willey, New York. 446 p.

STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H. 1995. Bioestadística: principios y procedimientos. Mc Graw-Hill, México. 622 p.

TORRES-ROJO, J.M. 1994. Manual para la evaluación de plantaciones forestales. SARH-SFFS-Dirección General de Protección Forestal, México, D. F. 161 p.

SNEDECOR, G.W. y W.G. COCHRAN. 1979. Métodos Estadísticos. Editorial C.E.C.S.A. México, 703 p.

SPITLER, P. 1995. *Guía Técnica para el Inventario Rápido de Bosques Secundarios en la Zona Norte de*

Costa Rica. COSEFORMA. Alajuela, Costa Rica. 20 p.

WEBSTER, A.L. 1998. Estadística Aplicada a la Empresa y a la Economía. Printer Colombiana S.A. 1117 p.

7. ANEXOS

Contenido del Informe de Supervivencia Inicial

1. Caratula
Proyecto
Beneficiario (Teléfono vigente, email)
Predio y/o conjunto predial
Estado y municipio
Año de convocatoria
Tipo de plantación
Plantación establecida
Asesor (RFN, Cedula profesional, Núm. de certificación, Teléfono vigente y email)
Fecha de elaboración
2. Contenido
Resumen
Formatos de toma de datos
Secuela de cálculos de supervivencia y sanidad
Informe general del proyecto
Localización del predio
Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo
Coordenadas geográficas de los vértices de los polígonos plantados
Shapefiles de vértices y polígonos
Coordenadas geográficas de los polígonos autorizados por SEMARNAT
Anexo fotográfico

Georeferenciación del área de plantación (Forma 1)

Hoja ____ de ____

Beneficiario: _____

Fecha(s) de verificación: _____ Municipio (s): _____

Estado: _____

Asistente Técnico: _____

Nombre del predio o rodal	Coordenadas geográficas		Superficie (ha)
	Longitud (W)	Latitud (N)	
Total			

Régimen de propiedad: _____

Tipo de plantación: _____

Sobrevivencia y Estado Sanitario (Forma 2)

Hoja ____ de ____

REGISTRO DE VARIABLES POR SITIO DE MUESTREO

Sitio de muestreo No. _____ Predio o Rodal No. _____

Levantó _____ Fecha _____

No. de Arbol	Especie	Sobrevivencia: Vivo (1) o Muerto (0)	Estado Sanitario: Sano (1) Plagado o Enfermo (0)	Agente Causal (si se conoce)

Evaluación de la variable Supervivencia

NOMBRE DEL PREDIO:			Parcela No. 472 Z-1 P1/1						
LEVANTO:			MC. Mario Ramírez Delgadillo						
SUPERFICIE VERIFICADA:			10-00-00		Hectáreas				
FECHA DE VERIFICACION:			29/02/2008						
No. de Sitio	Coordenada en X	Coordenada en Y	Individuos sembrados (mi)	Individuos vivos (ai)	(mi)2	(ai)2	(aimi)		Sobrevivencia (%)
1	17° 33' 56.0"	91° 01' 46.0"	11	9	121	81	99		81.82
2	17° 34' 00.3"	91° 01' 48.7"	11	10	121	100	110		90.91
3	17° 34' 02.7"	91° 01' 49.7"	11	10	121	100	110		90.91
4	17° 33' 59.4"	91° 01' 52.0"	11	10	121	100	110		90.91
5	17° 33' 57.3"	91° 01' 52.0"	11	10	121	100	110		90.91
		0.890909091	55.00	49.00	605.00	481.00	539.00		89.09
ESTIMACION DE LA VARIANZA									
D=RAIZ(A/P)									
D=Distancia entre sitios y fajas					141.42				
A=Area de la plantación en m2					100,000				
P=Número de sitios a muestrear					5				
D=Raíz(A/P)=			20000.00	=	141.42				
p=SUM(ai)/SUM(mi)=			0.8909						
SUM*2=SUM(ai*2)-2pSUM(aimi)+p*2SUM(mi*2)					=	481.00	-	(2(p))*(SUM aimi)+	((p)*(p))*(SUM mi2)
					=	481.00	-	960.40	+ 480.20
N=(Sup Total (m2)/Sup del sitio (m2)=			1,000	=	0.80	BINOMIO AL CUADRADO=			0.80
n =		5	v(p)=	=	((((N-n)/((N)*(n)*(m-)*(m-))))*(SUM*2)/(n-1)))				
			v(p)=	=	0.0003				
Sup Total=		100,000	m2	LIM	=	2 raíz*v(p)			
Sup sitio=		100	m2	LIM	=	0.0181			
				LIM	=	0.0363	en %	3.63%	
				LIM	=	0.8546	a	0.9272	
				LIM	=	85.46	a	92.72	
TAMAÑO DE MUESTRA									
n=NS2/ND+S2									
n' - 1=		4							
S2 =		0.2000							
D =		0.0756							
n =(((N)*(S2))/(((N)*(D)))+(S2))) =			2.637652489						

Evaluación de la variable Sanidad

NOMBRE DEL PREDIO:			Parcela No. 472 Z-1 P1/1						
LEVANTO:			MC. Mario Ramírez Delgadillo						
SUPERFICIE VERIFICADA:			10-00-00	Hectáreas					
FECHA DE VERIFICACION:			29/02/2008						
No. de Sitio	Coordenada en X	Coordenada en Y	Individuos vivos (ai)	Individuos Sanos (a'i)	(ai)²	(a'i)²	(aia'i)		Sanidad (%)
1	17° 33' 56.0"	91° 01'46.0"	11	10	121	100	110		90.91
2	17° 34' 00.3"	91° 01'48.7"	11	11	121	121	121		100.00
3	17° 34' 02.7"	91° 01'49.7"	11	10	121	100	110		90.91
4	17° 33' 59.4"	91° 01'52.0"	11	11	121	121	121		100.00
5	17° 33' 57.3"	91° 01'52.0"	11	10	121	100	110		90.91
0.945454545			55.00	52.00	605.00	542.00	572.00		94.55
ESTIMACION DE LA VARIANZA									
D=RAIZ(A/P)									
D=Distancia entre Ssitios y fajas					141.42			m=SUM ai/n=	11.00
A=Area de la plantación en m2					100,000				
P=Número de sitios a muestrear					5				
D=Raíz(A/P)=			20000.00	=	141.42				
p=SUM(ai)/SUM(mi)=			0.9455						
SUM*2=SUM(ai*2)-2pSUM(aimi)+p*2SUM(mi*2)					=	542.00	-	(2(p))*(SUM aimi)+	((p)*(p))*(SUM mi2)
					=	542.00	-	1081.60	+ 540.80
N=(Sup Total (m2)/Sup del sitio (m2))=			1,000	=	1.20	BINOMIO AL CUADRADO=			1.20
n =			5	v(p)=	((((N-n)/((N)*(n)*((m-)*(m-))))*((SUM*2)/(n-1)))				
				v(p)=	= 0.0005				
Sup Total=			100,000	m2	LIM	= 2 raiz*2v(p)			
Sup sitio=			100	m2	LIM	= 0.0222			
				LIM	=	0.0444	en %	4.44%	
				LIM	=	0.9010	a	0.9899	
				LIM	=	90.10	a	98.99	
TAMAÑO DE MUESTRA									
n=NS2/ND+S2									
n' - 1=			4						
S2 =			0.3000						
D =			0.0756						
n =(((N)*(S2))/(((N)*(D)))+(S2))) =			3.951267698						

Las hojas de cálculo para la estimación de la sobrevivencia y sanidad pueden obtenerse solicitándolas al Ing. Carlos Cervera Moreno, correo ccervera@conafor.gob.mx

Resumen de Resultados (Forma 3)

[illegible]

Ejemplo de captura y presentación de las coordenadas de los polígonos plantados

[illegible]

Ejemplo de captura y presentación de la información de la constancia de registro de la plantación

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	ESPECIE AUTORIZADA	NOMBRE DEL PREDIO O POLIGONO	VÉRTICE	LATITUD N			LONGITUD W			HECTÁREAS
				GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
F-10-005-STA-001/10	Swietenia macrophylla	SANTA RITA	1	17	56	15.2	91	32	09.6	31.3
			2	17	56	25.0	91	31	52.4	
			3	17	56	18.9	91	31	44.3	
			4	17	56	30.3	91	31	34.0	
			5	17	56	03.5	91	31	52.6	
			6	17	56	18.9	91	31	38.7	
			7	17	56	26.9	91	31	30.4	
F-03-002-MAL-001/10	Cedrela odorata	MALUCO	1	17	56	43.6	91	32	10.2	6.2
			2	17	56	49.4	91	31	55.2	
			3	17	56	46.3	91	31	52.1	
			4	17	56	53.0	91	31	58.4	
F-01-001-PAL-002/10	Gmelina arborea	LAS PALOMAS	1	17	56	08.5	91	31	08.3	28.3
			2	17	56	02.6	91	31	11.7	
			3	17	55	48.0	91	31	18.4	
			4	17	55	42.6	91	31	16.5	
			5	17	55	42.1	91	31	15.1	
			6	17	55	40.8	91	31	13.7	
			7	17	55	54.1	91	30	55.4	
F-02-003-POC-001/10	Tectona grandis	POCITOS	1	17	56	36.9	91	32	18.3	3.8
			2	17	56	35.2	91	32	17.7	
			3	17	56	30.1	91	32	14.9	
			4	17	56	24.7	91	32	16.3	
			5	17	56	31.7	91	32	22.1	
Total										69.6

Georeferenciación. Se tomarán las coordenadas geográficas de los vértices de cada uno de los predios (polígonos) plantados y autorizados por SEMARNAT, el datum que se utilizará es WGS84. Deberá presentarse en formato editable (shapefiles y archivo excel).

Nota: El Informe de Supervivencia Inicial deberá realizarse a partir de que la plantación cuente con cinco meses de establecida, y tendrá una vigencia de dos meses a partir de la fecha de toma de datos en campo, plazo dentro del cual debe ser presentado a la CONAFOR. El informe se presentará impreso y en formato digital.

La constancia de registro de la plantación y el convenio de adhesión deberán remitirse en formato digital en cada informe de supervivencia inicial que se presente.