

**PROYECTO**  
**“SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS BOSQUES DE**  
**GUATEMALA”**  
**Pd 495/08 Rev. 4 (F)**

**Consultoría en estadística forestal para el Consejo Nacional de Estándares  
de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala (CONESFORGUA)**

**“Análisis del sistema de parcelas permanentes de  
medición en los bosques de Guatemala”**

**Informe Final**

**Presentado por:**

**Pedro Arnulfo Pineda Cotzoyay**

**Guatemala, julio de 2014**

# CONTENIDO

CONTENIDO.....	ii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS .....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos .....	3
3 METODOLOGÍA.....	4
3.1 Identificación de vacíos de información para la representatividad de las parcelas permanentes en los diferentes tipos de bosque.....	4
3.1.1 Escenarios definidos.....	4
3.1.2 Metodología.....	4
3.2 Capacitación a personal técnico en temas estadísticos .....	8
4 RESULTADOS .....	10
4.1 Identificación de vacíos de información para la representatividad de las parcelas permanentes en los diferentes tipos de bosque.....	10
4.1.1 Identificación de sub estratos .....	10
4.1.2 Determinación del tamaño de muestra .....	25
4.2 Capacitación a personal técnico en temas estadísticos .....	45
5 BIBLIOGRAFÍA.....	46
6 ANEXOS.....	46

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Variables seleccionadas para el análisis de vacíos de las parcelas permanentes de medición forestal de bosque plantado .....	10
Cuadro 2. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos .....	12
Cuadro 3. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de coníferas.....	14
Cuadro 4. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos .....	16
Cuadro 5. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de latifoliadas .....	18
Cuadro 6. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos .....	19
Cuadro 7. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de coníferas prioritarias .....	21
Cuadro 8. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos .....	22
Cuadro 9. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de latifoliadas prioritarias .....	24
Cuadro 10. Distribución del tamaño de muestra en los sub estratos de especies plantadas en pinfor de coníferas y latifoliadas y balance con las parcelas que se han medido por lo menos una vez por el INAB .....	28
Cuadro 11. Número de parcelas por proyecto y número de proyectos necesarios para distribuir las parcelas faltantes en cada sub estrato de especies coníferas y latifoliadas del pinfor .....	28
Cuadro 12. Distribución del tamaño de muestra en los sub estratos de especies plantadas prioritarias en pinfor de coníferas y latifoliadas y balance con las parcelas que se han medido hasta el año 2013.....	33
Cuadro 13. Número de parcelas por proyecto y número de proyectos necesarios para distribuir las parcelas faltantes en cada sub estrato de especies prioritarias coníferas y latifoliadas del pinfor.....	33
Cuadro 14. Coordenadas de los proyectos para instalar las parcelas faltantes	34
Cuadro 15. Tamaño de muestra y balance para parcelas faltantes de especies prioritarias en forma individual.....	37
Cuadro 16. Coordenadas geográficas de las parcelas faltantes en bosque natural de coníferas y bosque mixto.....	39
Cuadro 17. Coordenadas geográficas de las parcelas faltantes en bosque natural de latifoliadas .....	44
Cuadro 18. Información de ubicación de los proyectos para instalar las parcelas faltantes para cada especie prioritaria.....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Factores significativos en las especies coníferas plantadas de acuerdo con las variables seleccionadas .....	11
Figura 2. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de coníferas.....	13
Figura 3. Factores significativos en las especies latifoliadas plantadas de acuerdo con las variables seleccionadas .....	15
Figura 4. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de latifoliadas.....	17
Figura 5. Factores significativos en las especies coníferas plantadas prioritarias de acuerdo con las variables seleccionadas .....	19
Figura 6. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de coníferas prioritarias .....	20
Figura 7. Factores significativos en las especies latifoliadas prioritarias plantadas de acuerdo con las variables seleccionadas .....	22
Figura 8. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de latifoliadas prioritarias.....	23
Figura 9. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de especies coníferas, latifoliadas y los proyectos que tienen ambas .....	25
Figura 10. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de coníferas o que combinan coníferas y latifoliadas y las parcelas permanentes de medición forestal en coníferas.....	26
Figura 11. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de latifoliadas o que combinan coníferas y latifoliadas y las parcelas permanentes de medición forestal en latifoliadas .....	27
Figura 12. Ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal faltantes para una representatividad significativa en especies coníferas y latifoliadas en pinfor.....	29
Figura 13. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de especies coníferas, latifoliadas prioritarias hasta el año 2013.....	30
Figura 14. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de coníferas prioritarias y las parcelas permanentes de medición forestal en coníferas prioritarias .....	31
Figura 15. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de latifoliadas prioritarias y las parcelas permanentes de medición forestal en latifoliadas prioritarias.....	32
Figura 16. Ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal faltantes para una representatividad significativa en especies coníferas y latifoliadas prioritarias en pinfor .....	35
Figura 17. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal que se monitorean actualmente en bosque de coníferas y mixto .....	38
Figura 18. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal faltantes en bosque de coníferas y mixto .....	39

Figura 19. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal que se monitorean actualmente en bosque de latifoliadas .....	43
Figura 20. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal faltantes en bosque de latifoliadas .....	44

# 1 INTRODUCCIÓN

A nivel general y mundial se habla del deterioro acelerado de los recursos naturales, y específicamente de la pérdida de cobertura forestal. Guatemala no es la excepción a este problema. El Instituto Nacional de Bosques, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, la Universidad del Valle de Guatemala y la Universidad Rafael Landívar realizaron un estudio de la dinámica de la cobertura forestal para el período comprendido entre los años 1996 a 2010 (INAB, *et al.*, 2012). Determinaron que en el país se pierden cada año más de 132 mil ha de bosque. Este valor, sin embargo, representa solo la pérdida de cobertura que puede ser mapeada y que es producto principalmente de tala rasa o incendios forestales; no está incluida aquella pérdida producto de tala selectiva. Esta última podría ser la responsable de la pérdida de un volumen maderable significativo, tal como lo determinó IARNA y URL (2009), en un estudio realizado en Tecpán Guatemala, Chimaltenango y San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Menciona que la extracción de volumen de forma selectiva equivale al 81.68% en Tecpán, y al 87.61% en San Juan.

El problema de la deforestación se manifiesta en los 22 departamentos del país, en unos más que en otros. El abordaje del mismo requiere de la participación activa del Gobierno y de la sociedad en general.

Actualmente existen iniciativas en el país orientadas a afrontar la problemática del deterioro de los bosques. Dentro de estas iniciativas es importante mencionar a las impulsadas desde el Gobierno y que incorporan la participación comunitaria y empresarial. Dentro de éstas están: el programa de incentivos forestales del INAB (PINFOR), el programa de incentivos forestales para pequeños propietarios (PINPEP) y el proceso de concesiones forestales dentro de la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biósfera Maya, liderado por el CONAP.

Es importante evaluar el desempeño de tales iniciativas u otras que se impulsen. Existen muchos indicadores para evaluar este desempeño, pero uno de los que sobresalen es el crecimiento y productividad, sobre todo si se trata de bosques destinados a la producción maderable, ya sean naturales o plantados. En los bosques naturales es importante además, determinar la composición florística y la estructura poblacional de las masas. Las parcelas permanentes de medición son el principal instrumento utilizado para el monitoreo de los principales indicadores de crecimiento y productividad, así como la diversidad forestal y su estructura.

Actualmente existe una red de parcelas permanentes de medición forestal establecidas como producto de varias iniciativas. Es de mencionar aquí la red de parcelas permanentes que el INAB ha venido estableciendo en los proyectos de reforestación por incentivos forestales mayores a 45 ha. También existen las parcelas permanentes establecidas dentro de las concesiones forestales comunitarias e industriales de la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya. Otras parcelas también se encuentran e áreas fuera de estas dos iniciativas, y que han sido establecidas por diversas instituciones públicas, no gubernamentales y privadas.

El proyecto “Sistema de información sobre la productividad de los bosques de Guatemala” busca, dentro de otros fines, reforzar esta red de parcelas permanentes de medición forestal, a través del establecimiento de 96 nuevas parcelas.

Para el establecimiento de la red de parcelas actuales se han seguido criterios de representatividad de los diferentes tipos de bosque y geografías del país. Sin embargo, no existe un análisis que permita decir, en términos estadísticos, si la representatividad es suficiente o donde existen vacíos de esta representatividad. Con la presente consultoría se busca desarrollar ese análisis estadístico identificando los vacíos, y, a partir de ahí, determinar los criterios más adecuados para la ubicación de nuevas parcelas de medición forestal.

El presente documento constituye el informe final de la realización de la consultoría. En él se exponen los objetivos perseguidos, las actividades y la metodología para lograrlos y principales resultados obtenidos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Realizar el análisis del sistema de parcelas permanentes de medición forestal de Guatemala que sirva de base para la implementación de una estrategia que aumente la representatividad en los diferentes tipos de bosque.

### **2.2 Específicos**

- Analizar la información de las parcelas permanentes de medición forestal actuales para determinar la representatividad en los diferentes tipos de bosque de Guatemala, identificando los vacíos de dicha representatividad.
- Determinar los criterios de estratificación para el establecimiento de nuevas parcelas permanentes que llenen los vacíos de representatividad en los diferentes tipos de bosque: plantado, natural, de coníferas y latifoliado.
- Capacitar personal técnico en la temática de análisis estadístico para fortalecer el proceso de análisis de la información proveniente del sistema de parcelas permanentes de medición forestal.

## **3 METODOLOGÍA**

### **3.1 Identificación de vacíos de información para la representatividad de las parcelas permanentes en los diferentes tipos de bosque**

#### **3.1.1 Escenarios definidos**

Los escenarios que se han definido son: bosque plantado de coníferas, bosque plantado de latifoliadas, bosque natural de coníferas y bosque natural de latifoliadas. En el bosque plantado, tanto de coníferas como latifoliadas, se han definido además, los escenarios de especies prioritarias, tanto para su conjunto como individualmente.

#### **3.1.2 Metodología**

Para determinar los vacíos de información para la representatividad de las parcelas permanentes se siguió un proceso que contempla las actividades: identificación y depuración de las bases de datos de las parcelas permanentes de medición forestal actuales, selección de las variables a ser utilizadas en el análisis estratificado de las parcelas permanentes de medición forestal actuales, identificación de estratos y sub estratos forestales, caracterización de los estratos y sub estratos, mapeo de los estratos de bosque, determinación del tamaño de muestra para una adecuada representatividad estadística de las parcelas permanentes en los estratos y sub estratos y determinación de criterios para la ubicación de nuevas parcelas permanentes de medición forestal para aumentar la representatividad. A continuación se describe cada una de estas actividades.

#### **i) Identificación y depuración de las bases de datos de las parcelas permanentes de medición forestal actuales**

Para los escenarios de bosque de plantaciones se depuraron y utilizaron dos bases de datos: la base de datos de los proyectos del programa de incentivos forestales que se han establecido hasta el año 2013, y la base de datos de las parcelas permanentes de medición forestal que el INAB ha desarrollado y

mantenido hasta el año 2013. Para el bosque natural de coníferas se utilizó la base de datos con la que cuenta el INAB sobre las parcelas permanentes de medición forestal. Para el bosque natural de latifoliadas se utilizará la base de datos de las parcelas permanentes de medición forestal que el CONAP tiene a su cargo.

**ii) Selección de las variables para ser utilizadas en el análisis de las parcelas permanentes de medición forestal actuales**

De las bases de datos se seleccionaron aquellas variables que cumplieran con el requisito tener información para la mayoría de los registros que se monitorean actualmente.

**iii) Identificación de sub estratos forestales**

Para los escenarios de bosques plantados, a excepción del de especies prioritarias individuales, se desarrolló un análisis estadístico para determinar los sub estratos. Este análisis estadístico consistió en tomar la información de las variables seleccionadas en el inciso ii para realizar un análisis factorial y posteriormente un análisis de conglomerados en donde la unidad básica de análisis fue la parcela permanente de medición forestal. Los conglomerados son los equivalentes a sub estratos dentro de cada escenario. Con el análisis factorial se identificaron los factores principales que explican la variabilidad entre las parcelas permanentes de medición forestal y qué variables se relacionan con cada factor. Se utilizó la correlación basada en el coeficiente de Spearman y el método de extracción de factores principales. Por su lado, para el análisis de conglomerados, se realizó el análisis clúster jerárquico, utilizando los factores principales como variables de agrupación. Para la agrupación de las parcelas dentro de los conglomerados, se utilizó la distancia euclidiana a través del método Ward. Por último, se hizo la determinación de la cantidad de parcelas permanentes actuales en cada uno de los estratos y sub estratos identificados. Para el escenario de las especies prioritarias a nivel individual, tanto coníferas como latifoliadas, para los análisis posteriores de tamaño de muestra, se utilizaron los sub estratos identificados en el escenario de todo el conjunto de especies prioritarias. Para el caso del escenario de bosque natural,

tanto coníferas como latifoliadas, no se hizo identificación de sub estratos, debido a que las variables de la base de datos no eran suficientes para el análisis factorial y conglomerados.

#### **iv) Caracterización de sub estratos**

Con la información de las variables seleccionadas en el inciso ii, se caracterizaron los sub estratos del inciso iii. Se hizo énfasis en las variables que tienen una correlación significativa en el análisis factorial.

#### **v) Determinación del tamaño de muestra para una adecuada representatividad estadística de las parcelas permanentes en los estratos y sub estratos**

Se procedió a realizar un análisis estadístico para determinar el tamaño de muestra, expresado en número de parcelas permanentes, necesario para una adecuada representación de acuerdo a variabilidad medida en función de error de muestreo para el área basal. Para el caso de los escenarios de bosque plantado, el tamaño de muestra se determinó para un esquema de muestreo aleatorio estratificado, utilizando la Ecuación 1.

Ecuación 1

$$n = \frac{\sum_{i=1}^t \frac{N_i^2 S_i^2}{w_i}}{N^2 D + \sum_{i=1}^t N_i S_i^2}$$

En donde:

$n$  = tamaño de muestra (número de parcelas permanentes de medición forestal necesario)

$N_i$  = tamaño del estrato  $i$  (con base en el área plantada en los proyectos pinfor de latifoliadas o coníferas)

$S_i$  = desviación estándar del área basal en el estrato  $i$

$w_i$  = peso del estrato  $i$  (proporción del total)

$N$  = tamaño de la población (toda el área de distribución de las plantaciones de coníferas o latifoliadas)

$t$  = número de estratos

Para el cálculo de  $D$ :

$$D = \frac{B^2}{4}$$

Para el cálculo de  $B$ :

$$B = \frac{Em\%}{100} * \bar{y}$$

En donde:

$Em\%$  = error de muestreo en porcentaje (prefijado)

$\bar{y}$  = media muestral

Para el caso de los escenarios de bosque natural de coníferas, debido a que no se contaba con información suficiente definir estratos por medio de análisis factorial y conglomerados, no fue posible la terminación del tamaño de muestra bajo el esquema estratificado y se utilizó el esquema de muestreo aleatorio simple. Se utilizó entonces, la Ecuación 2.

Ecuación 2

$$n = \frac{S^2 * Z_{\alpha/2}^2}{\left(\frac{Em\%}{100} * \bar{y}\right)^2}$$

En donde:

$n$  = tamaño de muestra (número de parcelas necesario)

$S$  = desviación estándar del área basal por ha en las parcelas preexistentes

$Z = 1.645$  (valor de la tabla de la distribución  $Z$  de dos colas con  $\alpha = 0.1$ )

$Em\%$  = error de muestreo en porcentaje (prefijado)

$\bar{y}$  = media muestral

Posterior a determinar el tamaño de muestra, se hizo un balance en cada sub estrato o estrato (el caso de bosque natural) entre las parcelas necesarias y las ya existentes para determinar las nuevas que harían falta para tener una adecuada representatividad estadística.

**vi) Determinación de criterios para la ubicación de nuevas parcelas permanentes de medición forestal para aumentar la representatividad**

El criterio fundamental para la ubicación de nuevas parcelas permanentes de medición forestal fue el balance para cada sub estrado o estrato entre las parcelas necesarias y las ya existentes. Para ubicarlas, ya dentro de cada sub estrato, en el caso de bosque plantado, se utilizó de referencia el tamaño medio de los proyectos y se seleccionaron al azar aquellos que están dentro de un intervalo de confianza de esa media con 99% de confianza. Para decidir cuántas parcelas ubicar en cada proyecto, se tomó de base el criterio que utiliza el INAB de establecer parcelas en área equivalente del 1% de la plantada.

**vii) Mapeo de los estratos de bosque y ubicación de nuevas parcelas permanentes de medición forestal**

Para el caso de las plantaciones, el mapeo consistió en una ubicación, por medio de sus coordenadas, de los proyectos de reforestación bajo incentivos, de especies coníferas y latifoliadas, de acuerdo a qué sub estrato identificado pertenecían.

Para el caso del bosque natural, con la ayuda de información proveniente del mapa de cobertura vegetal y uso actual de la tierra del año 2010 (MAGA, 2014), se realizó un mapeo de la cobertura forestal de los estratos de bosque natural de especies coníferas y latifoliadas. En estos estratos se realizó la ubicación, en forma aleatoria, de las parcelas permanentes a instalar.

### **3.2 Capacitación a personal técnico en temas estadísticos**

De acuerdo a la dinámica del análisis con el personal a cargo del proyecto, se determinó el contenido de un curso corto para desarrollar temas estadísticos y sus contenidos a ser impartidos por el consultor en un proceso de capacitación dirigido a los técnicos del proyecto y otros técnicos institucionales del INAB y CONAP. Los técnicos que participaron fueron seleccionados la coordinación

del proyecto de acuerdo a la pertinencia de su participación en los análisis de información.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Identificación de vacíos de información para la representatividad de las parcelas permanentes en los diferentes tipos de bosque

#### 4.1.1 Identificación de sub estratos

**Escenario 1: bosque plantado de especies coníferas general (incluye especies prioritarias y no prioritarias)**

##### i. Selección de variables para el análisis de vacíos de representatividad de parcelas permanentes

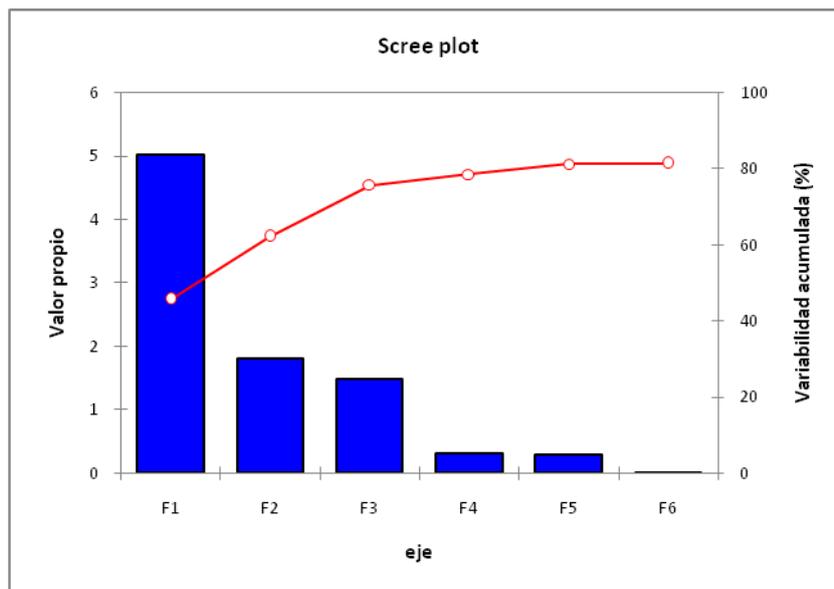
Las variables utilizadas en el análisis de vacíos de las parcelas permanentes de medición forestal de bosque plantado de coníferas aparecen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Variables seleccionadas para el análisis de vacíos de las parcelas permanentes de medición forestal de bosque plantado**

No.	Variable
1	Edad
2	Dap
3	Supervivencia
4	Altura total
5	Altura dominante
6	Ima del dap
7	Ima de la altura total
8	Área basal
9	Volumen
10	Ima del volumen
11	Ica del volumen

##### ii. Identificación de sub estratos

Para la identificación de sub estratos primeramente se realizó un análisis factorial con las variables seleccionadas del Cuadro 1. Los resultados de este análisis para las coníferas aparece en la Figura 1.



**Figura 1. Factores significativos en las especies coníferas plantadas de acuerdo con las variables seleccionadas**

En el eje horizontal de la Figura 1 aparecen los factores identificados; en el eje vertical primario, el valor propio de los factores y en el eje vertical secundario, la variabilidad de las parcelas permanentes de medición forestal explicada por los factores. La gráfica de líneas indica la variabilidad acumulada explicada por los factores; esta curva se hace horizontal cuando los factores ya no son significativos; se puede ver entonces, que para las especies coníferas de plantación, son tres los factores significativos que explican la variabilidad entre las parcelas permanentes de medición forestal.

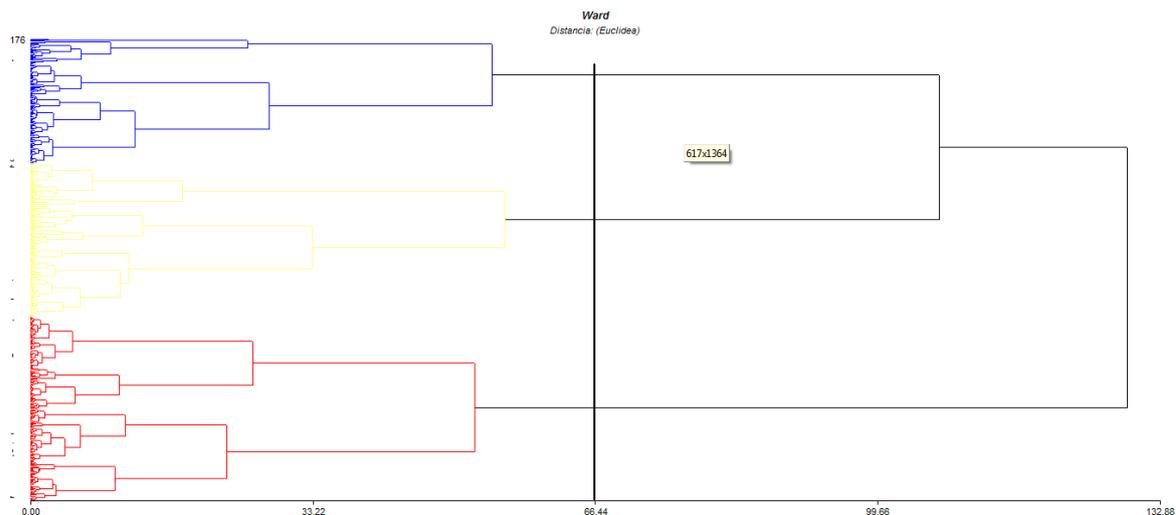
En el Cuadro 2 aparece la correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos.

**Cuadro 2. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos**

Variable	F1	F2	F3
Edad	0.696	0.390	-0.569
Dap	-0.397	-0.261	0.091
Supervivencia	0.889	0.300	0.046
Altura total	0.944	0.245	0.017
Altura dominante	0.900	0.184	0.009
Ima del dap	0.374	-0.036	0.717
Ima de la altura total	0.575	-0.065	0.661
Área basal	0.716	-0.049	-0.019
Volumen	0.738	-0.599	-0.253
Ima del volumen	0.444	-0.732	-0.064
Ica del volumen	0.278	-0.634	-0.149

En el Cuadro 2 se han resaltado las correlaciones significativas (valor absoluto mayor a 0.5). Se puede ver que la única variable que no correlaciona significativamente con ningún factor es la supervivencia. El factor 1 correlaciona con variables que se pueden considerar primarias (sin transformación), a excepción del ima de la altura total que es secundaria (producto de transformar una primaria). El factor 2 correlaciona mayormente con variables relacionadas con el volumen. El factor 3 correlaciona con una variable primaria y dos secundarias.

Con los tres factores como nuevas variables, se procedió a realizar el análisis clúster jerárquico con la distancia euclidiana para agrupar a las parcelas permanentes en sub estratos. El resultado de este análisis aparece en la Figura 2.



**Figura 2. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de coníferas**

En el eje horizontal de la Figura 2 aparece la acumulación de la distancia euclidiana, y en el eje vertical, la identificación de cada parcela permanentes. Para determinar el número adecuado de sub estratos, se trazó una línea vertical a partir del 50% de la distancia euclidiana. Se tiene entonces, que son tres los estratos que se debe definir.

### **iii. Caracterización de sub estratos**

Para caracterizar los sub estratos de bosques plantados de coníferas, se tomaron los valores de las variables seleccionas. En el Cuadro 3 aparecen los valores promedio de estas variables en cada sub estrato identificado.

**Cuadro 3. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de coníferas**

Variable	Sub estrato		
	1	2	3
Edad (meses)	83.28	116.52	157.73
Dap (cm)	66.48	56.87	48.62
Supervivencia (%)	11.04	19.94	19.76
Altura total (m)	6.97	14.03	13.77
Altura dominante (m)	8.82	16.15	15.45
Ima del dap (cm)	1.61	2.11	1.50
Ima de la altura total (m)	0.99	1.49	1.05
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	8.63	22.76	16.94
Volumen (m <sup>3</sup> )	41.79	179.51	102.75
Ima del volumen (m <sup>3</sup> )	7.03	17.34	7.70
Ica del volumen (m <sup>3</sup> )	10.96	62.01	13.18

De acuerdo con el Cuadro 3, el sub estrato uno es el más joven siguiéndole el dos y el tres. El dap disminuye del sub estrato 1 al 3. El resto de las variables aumentan del sub estrato uno al dos y luego descienden en el tres.

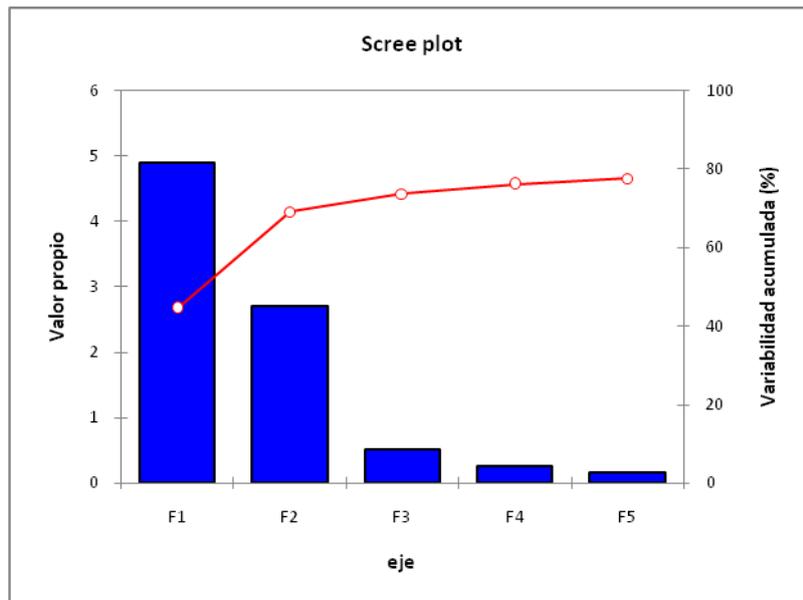
**Escenario 2: bosque plantado de especies latifoliadas general (incluye especies prioritarias y no prioritarias)**

**i. Selección de variables para el análisis de vacíos de representatividad de parcelas permanentes**

Las variables utilizadas en el análisis de vacíos de las parcelas permanentes de medición forestal de bosque plantado de latifoliadas son las mismas que aparecen en el Cuadro 1.

**ii. Identificación de sub estratos**

Para la identificación de sub estratos primeramente se realizó un análisis factorial con las variables seleccionadas del Cuadro 1. Los resultados de este análisis para las coníferas aparece en la Figura 3.



**Figura 3. Factores significativos en las especies latifoliadas plantadas de acuerdo con las variables seleccionadas**

En el eje horizontal de la Figura 3 aparecen los factores identificados; en el eje vertical primario, el valor propio de los factores y en el eje vertical secundario, la variabilidad de las parcelas permanentes de medición forestal explicada por los factores. La gráfica de líneas indica la variabilidad acumulada explicada por los factores; esta curva se hace horizontal cuando los factores ya no son significativos; se puede ver entonces, que para las especies latifoliadas de plantación, son dos los factores significativos que explican la variabilidad entre las parcelas permanentes de medición forestal.

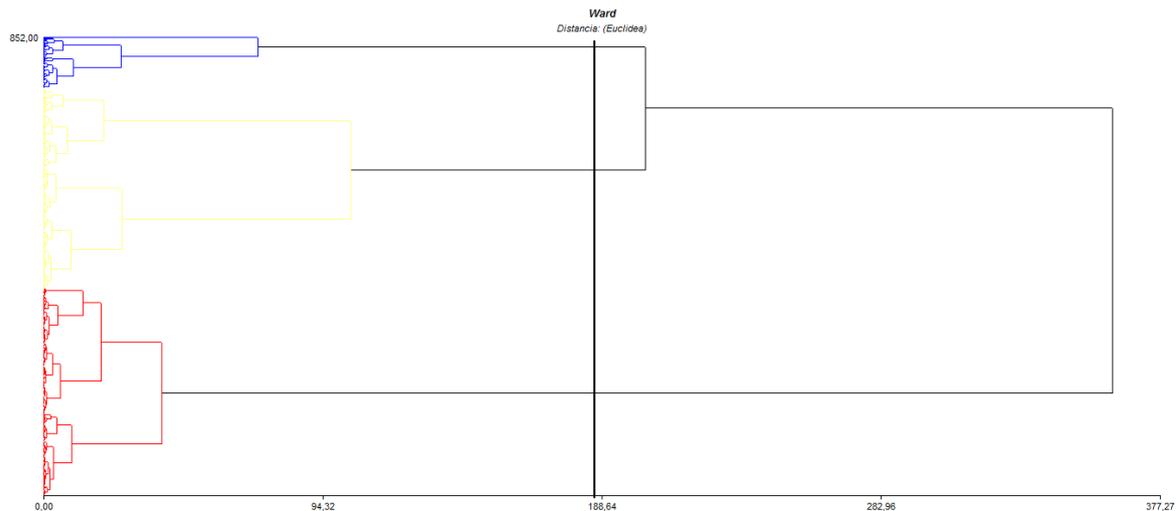
En el Cuadro 4 aparece la correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos.

**Cuadro 4. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos**

Variable	F1	F2
Edad	0.635	0.106
Dap	-0.459	-0.100
Supervivencia	0.950	0.081
Altura total	0.951	0.093
Altura dominante	0.927	0.087
Ima del dap	0.062	0.955
Ima de la altura total	0.067	0.960
Área basal	0.796	-0.014
Volumen	0.911	0.025
Ima del volumen	0.327	-0.736
Ica del volumen	0.374	-0.677

En el Cuadro 4 se han resaltado las correlaciones significativas (valor absoluto mayor a 0.5). Se puede ver que la única variable que no correlaciona significativamente con ningún factor es la supervivencia. El factor 1 correlaciona con variables que se pueden considerar primarias (sin transformación). El factor 2 correlaciona secundarias, o sea, tiene que ver con el comportamiento anual.

Con los dos factores como nuevas variables, se procedió a realizar el análisis clúster jerárquico con la distancia euclidiana para agrupar a las parcelas permanentes en sub estratos. El resultado de este análisis aparece en la Figura 4.



**Figura 4. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de latifoliadas**

En el eje horizontal de la Figura 4 aparece la acumulación de la distancia euclidiana, y en el eje vertical, la identificación de cada parcela permanentes. Para determinar el número adecuado de sub estratos, se trazó una línea vertical a partir del 50% de la distancia euclidiana. Se tiene entonces, que son tres los sub estratos que se deben definir.

### **iii. Caracterización de sub estratos**

Para caracterizar los sub estratos de bosques plantados de coníferas, se tomaron los valores de las variables seleccionadas. En el Cuadro 5 aparecen los valores promedio de estas variables en cada sub estrato identificado.

**Cuadro 5. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de latifoliadas**

Variable	Sub estrato		
	1	2	3
Edad (meses)	60.48	104.11	134.07
Dap (cm)	82.19	70.81	47.58
Supervivencia (%)	5.20	13.59	24.20
Altura total (m)	3.82	9.83	21.52
Altura dominante (m)	5.04	11.51	22.62
Ima del dap (cm)	1.14	1.72	0.50
Ima de la altura total (m)	0.84	1.28	0.30
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	2.37	11.88	19.88
Volumen (m <sup>3</sup> )	5.18	55.36	184.65
Ima del volumen (m <sup>3</sup> )	-2.25	7.24	25.00
Ica del volumen (m <sup>3</sup> )	1.74	11.55	44.16

De acuerdo con el Cuadro 5, el sub estrato uno es el más joven siguiéndole el dos y el tres. El dap disminuye del sub estrato 1 al 3; igual pasa con el volumen y el ica del volumen. El resto de las variables aumentan del sub estrato uno al dos y luego descienden en el tres.

### **Escenario 3: bosque plantado de especies coníferas prioritarias**

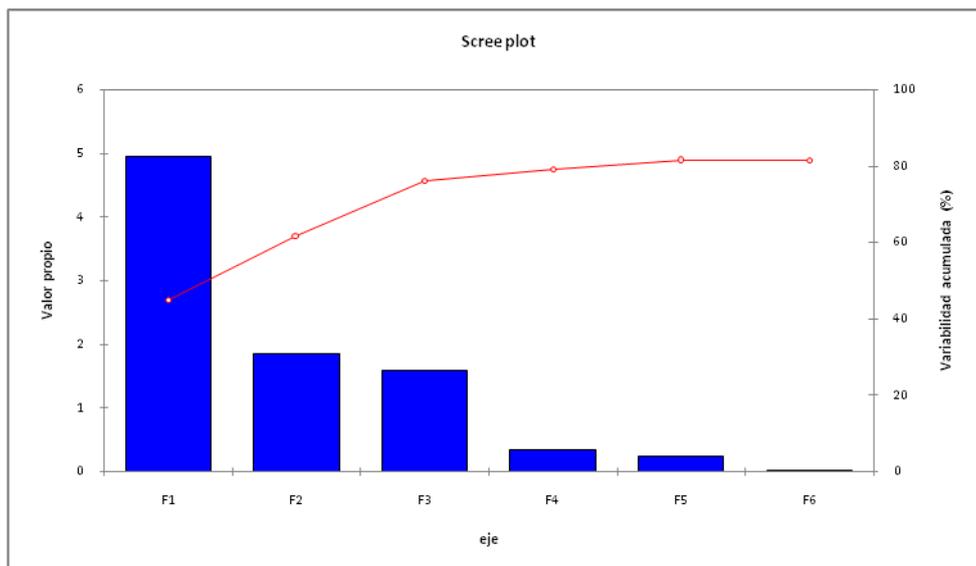
Las especies coníferas prioritarias plantadas en proyectos pinfor son: *Abies guatemalensis*, *Cupresus lusitánica*, *Pinus caribaea var. Hondurensis*, *Pinus maximinoii* y *Pinus oocarpa*.

#### **i. Selección de variables para el análisis de vacíos de representatividad de parcelas permanentes**

Las variables utilizadas en el análisis de vacíos de las parcelas permanentes de medición forestal de bosque plantado de coníferas prioritarias son las mismas que aparecen en el Cuadro 1.

#### **ii. Identificación de sub estratos**

Para la identificación de sub estratos primeramente se realizó un análisis factorial con las variables seleccionadas del Cuadro 1. Los resultados de este análisis para las coníferas prioritarias plantadas aparecen en la Figura 5.



**Figura 5. Factores significativos en las especies coníferas plantadas prioritarias de acuerdo con las variables seleccionadas**

En el eje horizontal de la Figura 5 aparecen los factores identificados; en el eje vertical primario, el valor propio de los factores y en el eje vertical secundario, la variabilidad de las parcelas permanentes de medición forestal explicada por los factores. La gráfica de líneas indica la variabilidad acumulada explicada por los factores; esta curva se hace horizontal cuando los factores ya no son significativos; se puede ver entonces, que para las especies latifoliadas de plantación, son tres los factores significativos que explican la variabilidad entre las parcelas permanentes de medición forestal.

En el Cuadro 6 aparece la correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos.

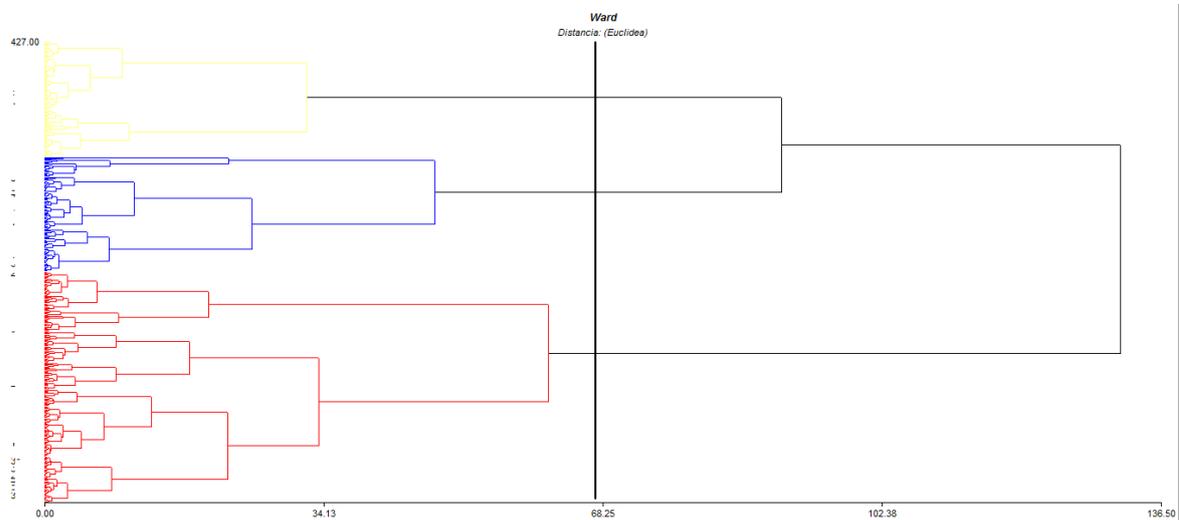
**Cuadro 6. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos**

Variables	F1	F2	F3
Edad	0.723	0.300	0.601
Dap	-0.362	-0.231	-0.139
Supervivencia	0.897	0.288	-0.022
Altura total	0.948	0.247	0.015
Altura dominante	0.906	0.186	0.009
Ima del dap	0.320	0.045	-0.781
Ima de la altura total	0.549	0.034	-0.711

Área basal	0.714	-0.055	0.008
Volumen	0.720	-0.643	0.176
Ima del volumen	0.404	-0.745	-0.012
Ica del volumen	0.275	-0.649	0.068

En el Cuadro 6 se han resaltado las correlaciones significativas (valor absoluto mayor a 0.5). Se puede ver que la única variable que no correlaciona significativamente con ningún factor es la supervivencia. El factor 1 correlaciona con variables que se pueden considerar primarias (sin transformación), a excepción del ima de la altura total que es secundaria (producto de transformar una primaria). El factor 2 correlaciona mayormente con variables relacionadas con el volumen. El factor 3 correlaciona con una variable primaria y dos secundarias.

Con los tres factores como nuevas variables, se procedió a realizar el análisis clúster jerárquico con la distancia euclidiana para agrupar a las parcelas permanentes en sub estratos. El resultado de este análisis aparece en la Figura 6.



**Figura 6. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de coníferas prioritarias**

En el eje horizontal de la Figura 6 aparece la acumulación de la distancia euclidiana, y en el eje vertical, la identificación de cada parcela permanentes. Para determinar el número adecuado de sub estratos, se trazó una línea

vertical a partir del 50% de la distancia euclidiana. Se tiene entonces, que son tres los sub estratos que se deben definir.

### iii. Caracterización de sub estratos

Para caracterizar los sub estratos de bosques plantados de coníferas, se tomaron los valores de las variables seleccionadas. En el Cuadro 7 aparecen los valores promedio de estas variables en cada sub estrato identificado.

**Cuadro 7. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de coníferas prioritarias**

Variable	Sub estrato		
	1	2	3
Edad (meses)	61.1	111.5	147.1
Dap (cm)	74.9	62.3	49.7
Supervivencia (%)	8.6	18.7	18.2
Altura total (m)	5.0	13.4	12.8
Altura dominante (m)	6.7	15.7	14.6
Ima del dap (cm)	1.7	2.1	1.5
Ima de la altura total (m)	1.0	1.5	1.0
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	6.0	21.5	15.7
Volumen (m <sup>3</sup> )	30.5	173.4	92.0
Ima del volumen (m <sup>3</sup> )	7.7	17.1	7.2
Ica del volumen (m <sup>3</sup> )	8.7	66.7	13.4

De acuerdo con el Cuadro 7, el sub estrato uno es el más joven siguiéndole el dos y el tres. El dap disminuye del sub estrato 1 al 3. El resto de las variables aumentan del sub estrato uno al dos y luego descienden en el tres.

### Escenario 4: bosque plantado de especies latifoliadas prioritarias

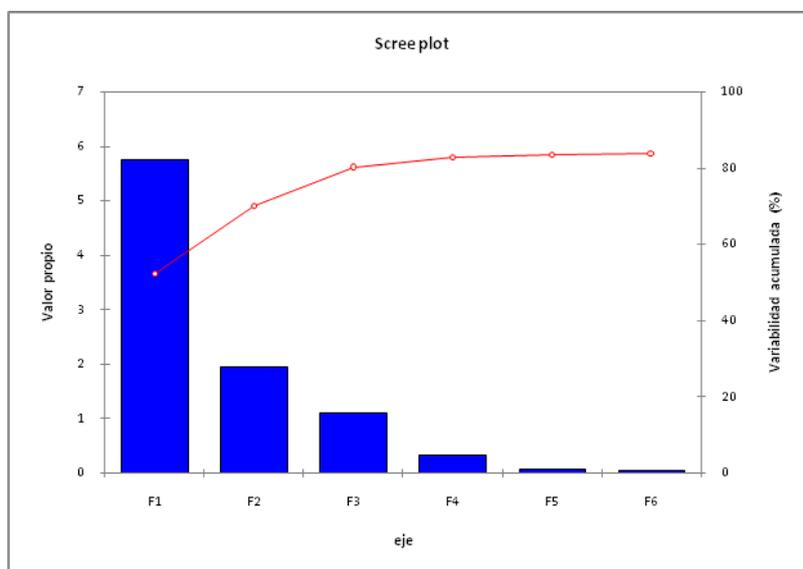
Las especies latifoliadas prioritarias plantadas en proyectos pinfor son: *Calophyllum brasiliense*, *Cedrela odorata*, *Gmelina arbórea*, *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Tectona grandis* y *Vochysia guatemalensis*.

#### i. Selección de variables para el análisis de vacíos de representatividad de parcelas permanentes

Las variables utilizadas en el análisis de vacíos de las parcelas permanentes de medición forestal de bosque plantado de latifoliadas prioritarias son las mismas que aparecen en el Cuadro 1.

## ii. Identificación de sub estratos

Para la identificación de sub estratos primeramente se realizó un análisis factorial con las variables seleccionadas del Cuadro 1. Los resultados de este análisis para las coníferas aparece en la Figura 7.



**Figura 7. Factores significativos en las especies latifoliadas prioritarias plantadas de acuerdo con las variables seleccionadas**

En el eje horizontal de la Figura 7 aparecen los factores identificados; en el eje vertical primario, el valor propio de los factores y en el eje vertical secundario, la variabilidad de las parcelas permanentes de medición forestal explicada por los factores. La gráfica de líneas indica la variabilidad acumulada explicada por los factores; esta curva se hace horizontal cuando los factores ya no son significativos; se puede ver entonces, que para las especies latifoliadas prioritarias de plantación, son tres los factores significativos que explican la variabilidad entre las parcelas permanentes de medición forestal.

En el Cuadro 8 aparece la correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos.

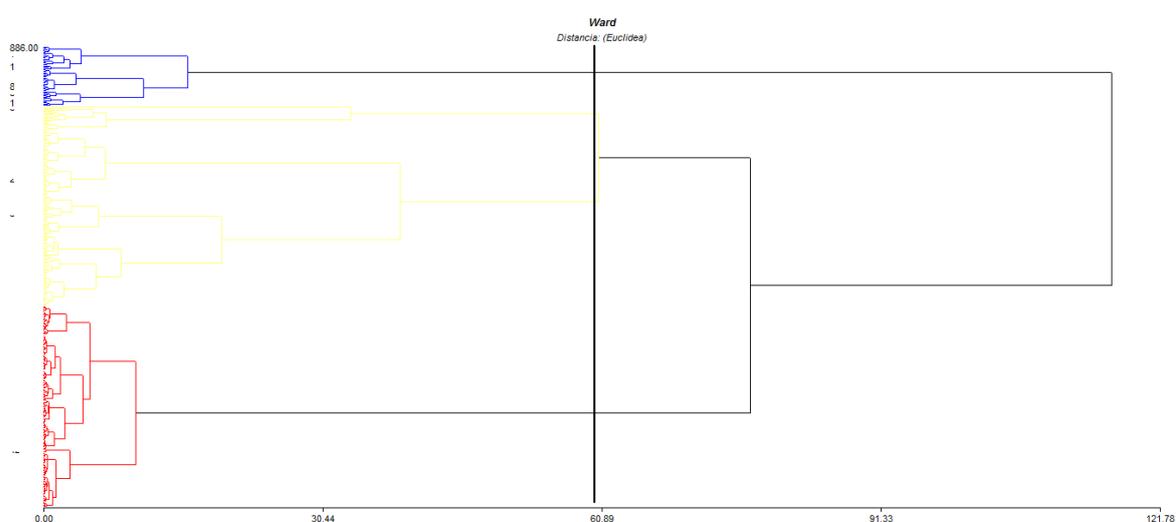
**Cuadro 8. Correlación de las variables seleccionadas con los factores significativos**

Variable	F1	F2	F3
Edad	0.682	0.054	-0.407

Variable	F1	F2	F3
Dap	-0.475	-0.085	0.593
Supervivencia	0.928	0.082	-0.267
Altura total	0.924	0.067	-0.196
Altura dominante	0.900	0.060	-0.146
Ima del dap	0.201	-0.973	-0.035
Ima de la altura total	0.198	-0.977	-0.033
Área basal	0.821	0.043	0.364
Volumen	0.947	0.068	0.290
Ima del volumen	0.806	0.005	0.477
Ica del volumen	0.472	0.033	0.374

En el Cuadro 8 se han resaltado las correlaciones significativas (valor absoluto mayor a 0.5). Se puede ver que la única variable que no correlaciona significativamente con ningún factor es el ica del volumen. El factor 1 correlaciona con variables que se pueden considerar primarias (sin transformación) a excepción del ima del volumen. El factor 2 correlaciona secundarias, o sea, tiene que ver con el comportamiento anual. El factor 3 solo correlaciona con el dap.

Con los dos factores como nuevas variables, se procedió a realizar el análisis clúster jerárquico con la distancia euclidiana para agrupar a las parcelas permanentes en sub estratos. El resultado de este análisis aparece en la Figura 8.



**Figura 8. Árbol jerárquico de la agrupación de las parcelas permanentes de medición en bosque de plantaciones de latifoliadas prioritarias**

En el eje horizontal de la Figura 8 aparece la acumulación de la distancia euclidiana, y en el eje vertical, la identificación de cada parcela permanentes. Para determinar el número adecuado de sub estratos, se trazó una línea vertical a partir del 50% de la distancia euclidiana. Se tiene entonces, que son tres los sub estratos que se deben definir.

### iii. Caracterización de sub estratos

Para caracterizar los sub estratos de bosques plantados de coníferas, se tomaron los valores de las variables seleccionadas. En el Cuadro 9 aparecen los valores promedio de estas variables en cada sub estrato identificado.

**Cuadro 9. Valores promedio de las variables seleccionadas, por sub estrato identificado en bosques plantados de latifoliadas prioritarias**

Variable	Sub estrato		
	1	2	3
Edad (meses)	52.95	97.03	143.11
Dap (cm)	78.70	63.44	22.00
Supervivencia (%)	5.77	14.61	26.04
Altura total (m)	4.52	11.17	21.22
Altura dominante (m)	6.25	13.29	22.22
Ima del dap (cm)	1.41	1.37	2.21
Ima de la altura total (m)	1.13	0.93	1.80
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	2.62	14.08	13.14
Volumen (m <sup>3</sup> )	5.50	79.61	118.12
Ima del volumen (m <sup>3</sup> )	1.32	10.51	9.88
Ica del volumen (m <sup>3</sup> )	1.98	18.85	8.20

De acuerdo con el Cuadro 9, el sub estrato uno es el más joven siguiéndole el dos y el tres; igual pasa con la supervivencia, la altura total, altura dominante y el volumen. El dap disminuye del sub estrato 1 al 3. El resto de las variables aumentan del sub estrato uno al dos y luego descienden en el tres.

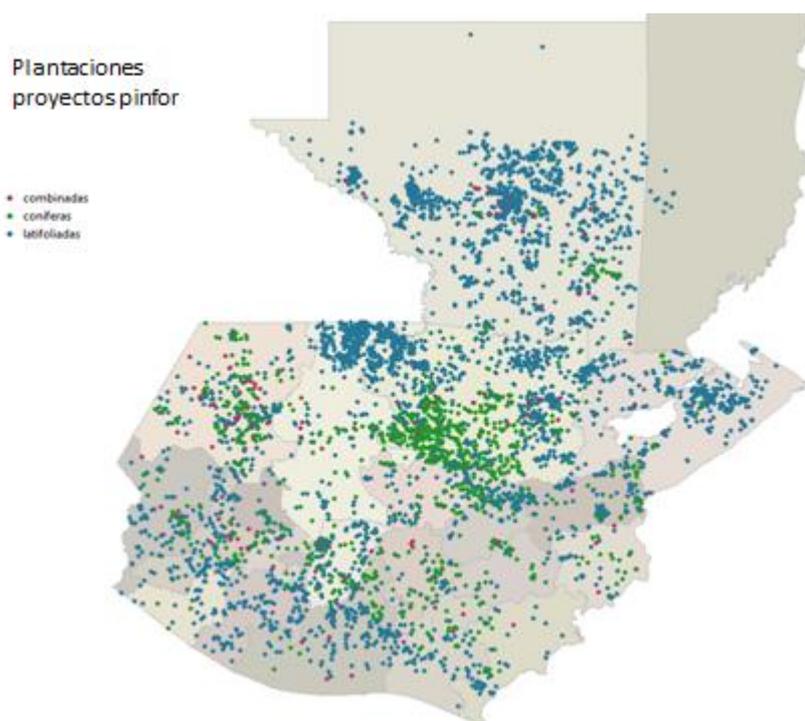
#### 4.1.2 Determinación del tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra, en todos los escenarios se ha asumido un tamaño de parcela permanente de medición forestal de 500 metros cuadrados.

#### Escenarios de especies plantadas general

Para el análisis se tomó de base la información de los proyectos pinfor que se han instalado hasta el año 2013 y las parcelas permanentes de medición forestal que se han instalado hasta el año 2013 y que el INAB ha medido por lo menos una vez aunque actualmente ya no se estén midiendo.

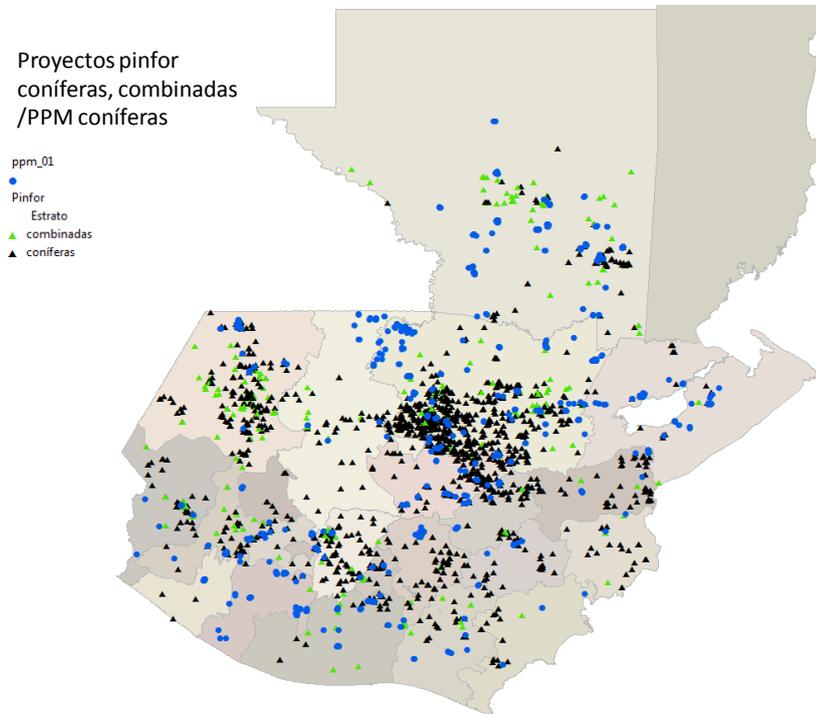
En el mapa de la Figura 9 aparece la ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de especies coníferas, latifoliadas y los proyectos que tienen ambas.



**Figura 9. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de especies coníferas, latifoliadas y los proyectos que tienen ambas**

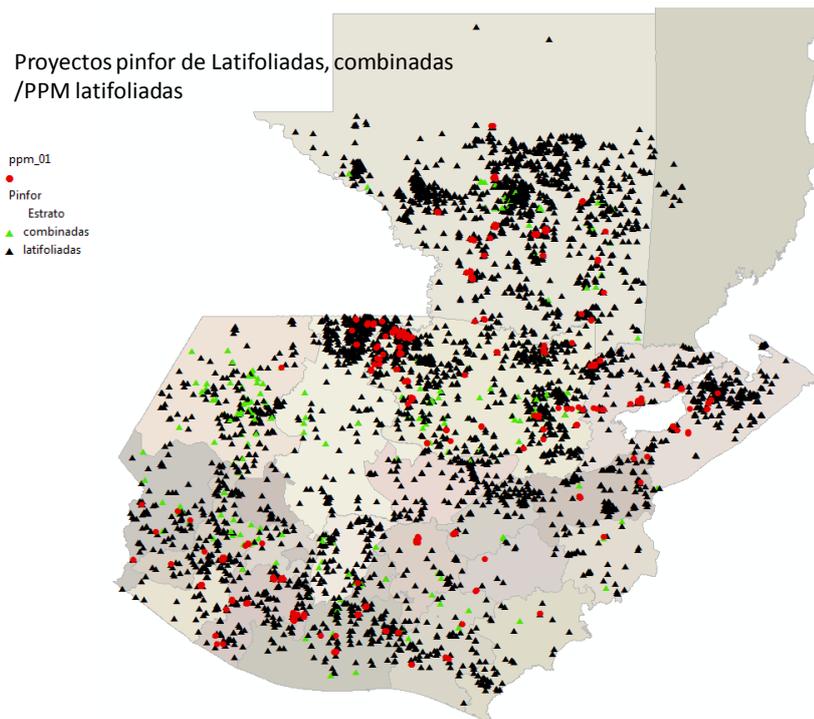
En el mapa de la Figura 10 aparece la ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de coníferas o que combinan coníferas y latifoliadas y las parcelas

permanentes de medición forestal en coníferas que ha medido el INAB por lo menos una vez.



**Figura 10. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de coníferas o que combinan coníferas y latifoliadas y las parcelas permanentes de medición forestal en coníferas**

En el mapa de la Figura 11 aparece la ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de latifoliadas o que combinan coníferas y latifoliadas y las parcelas permanentes de medición forestal en latifoliadas que ha medido el INAB por lo menos una vez.



**Figura 11. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de latifoliadas o que combinan coníferas y latifoliadas y las parcelas permanentes de medición forestal en latifoliadas**

Para determinar el tamaño de muestra se han unido los escenarios 1 y 2, de especies de coníferas y latifoliadas plantadas general, que incluyen especies prioritarias y no prioritarias.

Considerando los 6 sub estratos, los tres de coníferas y los tres de latifoliadas, en el esquema de muestreo aleatorio estratificado, se determinó un tamaño de muestra de 981 parcelas permanentes de medición forestal; este número para un error de muestreo de 3.5% en la media del área basal por ha y 95% de confianza. Estas parcelas fueron distribuidas proporcionalmente al tamaño de los estratos en las plantaciones del pinfor. Luego, se hizo un balance con las parcelas que se han medido por lo menos una vez por parte del INAB, y se determinaron las parcelas faltantes en cada sub estrato. Este balance aparece en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Distribución del tamaño de muestra en los sub estratos de especies plantadas en pinfor de coníferas y latifoliadas y balance con las parcelas que se han medido por lo menos una vez por el INAB**

Subestrato	Parcelas medidas actual.	%	Edad años	% Pinfor	Parcelas de la muestra	Faltantes
coníferas_1	78	12.8	7	20.5	201	123
coníferas_2	65	10.7	10	9.4	92	27
coníferas_3	70	11.5	13	10.1	99	29
latifoliadas_1	171	28.1	5	25.3	248	77
latifoliadas_2	164	27.0	9	16.5	162	0
latifoliadas_3	60	9.9	11	18.3	179	119
<b>Total</b>	<b>608</b>	<b>100</b>		<b>100</b>	<b>981</b>	<b>375</b>

Considerando el tamaño medio de los proyectos de plantaciones pinfor de especies prioritarias y que en cada proyecto el INAB considera el 1% de la superficie como parcelas permanentes de medición, se determinaron las parcelas a instalar por proyecto y de ahí el número de proyectos que se necesitan para cada sub estrato. En el Cuadro 11 aparecen los resultados de estos cálculos.

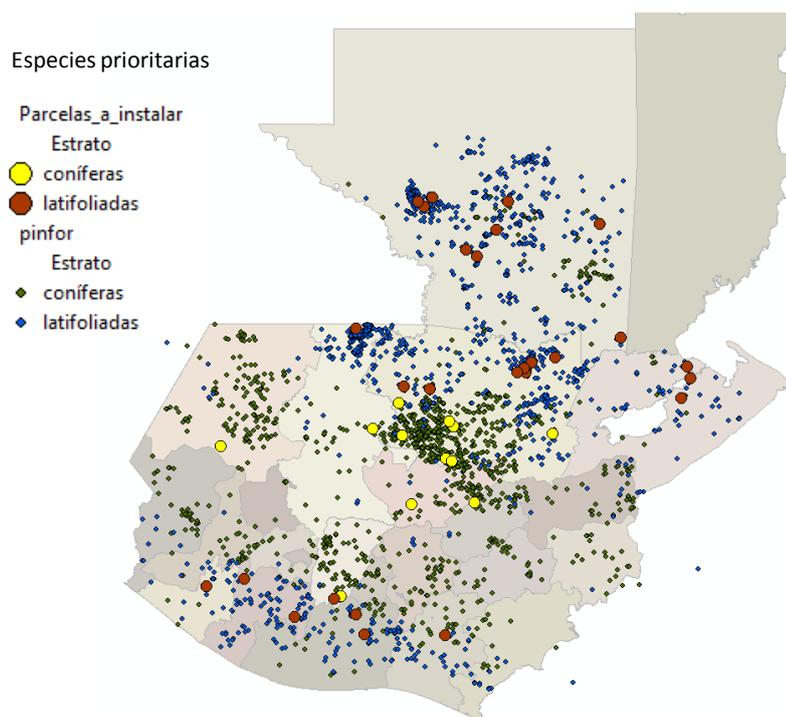
**Cuadro 11. Número de parcelas por proyecto y número de proyectos necesarios para distribuir las parcelas faltantes en cada sub estrato de especies coníferas y latifoliadas del pinfor**

Subestrato	Media ha de los proyectos pinfor	Parcelas a instalar por proyecto	# proyectos requeridos
coníferas_1	23	5	25
coníferas_2	22	4	5
coníferas_3	22	4	6
latifoliadas_1	26	5	0
latifoliadas_2	18	4	0
latifoliadas_3	20	4	30
<b>Total</b>			<b>66</b>

Para elegir los proyectos donde se podrían instalar las parcelas faltantes, se hizo una selección al azar en la base de datos de pinfor, considerando un intervalo de confianza para el tamaño medio en ha de los proyectos con un nivel de confianza de 99%.

## i. Ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal faltantes en los proyectos pinfor

Una vez seleccionados los proyectos, con las coordenadas geográficas se preparó un mapa de su distribución. El mapa preparado aparece en la Figura 12.



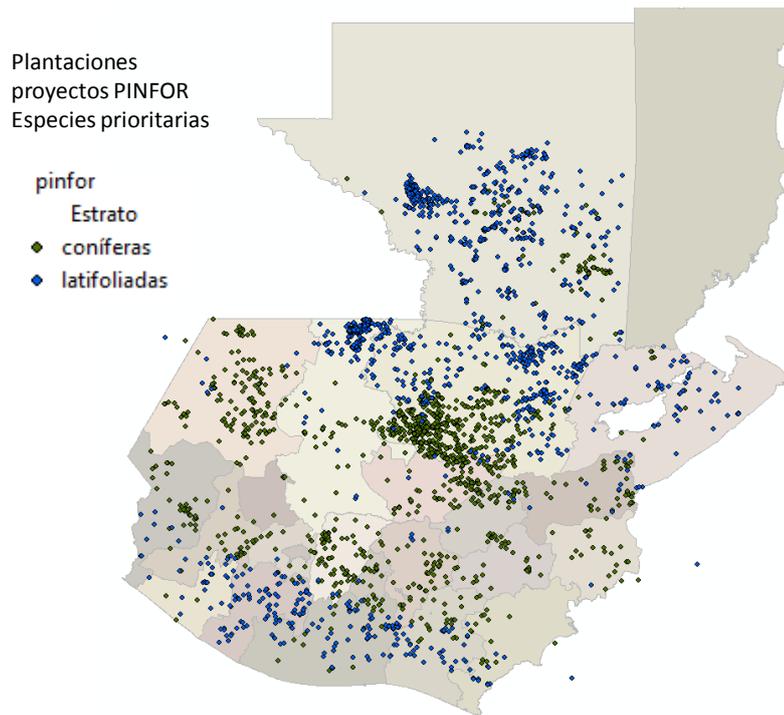
**Figura 12. Ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal faltantes para una representatividad significativa en especies coníferas y latifoliadas en pinfor**

## Escenarios de especies plantadas prioritarias

### ii. Tamaño de muestra

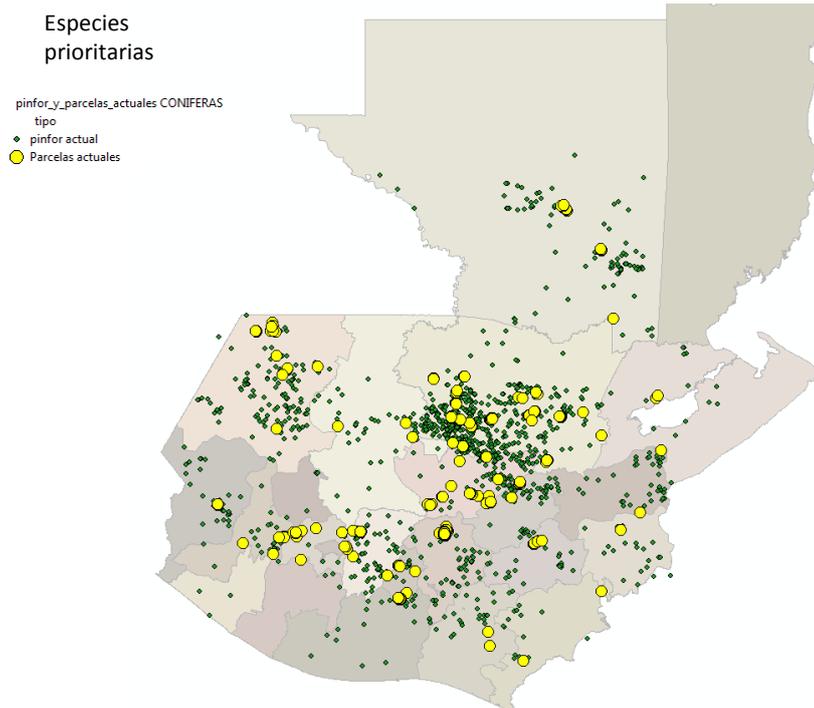
Para el análisis se tomó de base la información de los proyectos pinfor que se han instalado hasta el año 2013 de especies prioritarias y las parcelas permanentes de medición forestal que se han instalado hasta el año 2013 también de especies prioritarias y que el INAB ha medido por lo menos una vez aunque actualmente ya no se estén midiendo.

En el mapa de la Figura 13 aparece la ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de especies coníferas y latifoliadas prioritarias.



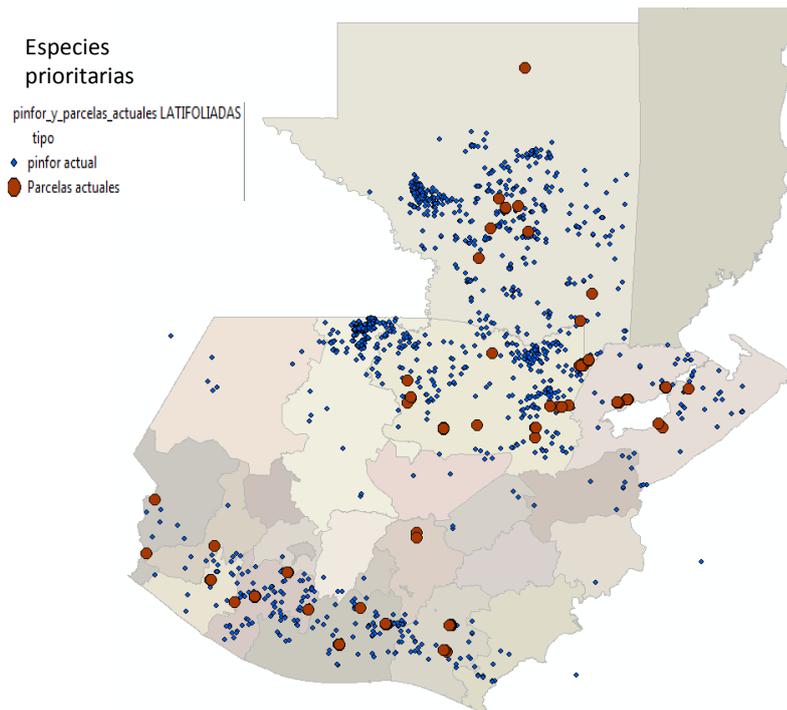
**Figura 13. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de especies coníferas, latifoliadas prioritarias hasta el año 2013**

En el mapa de la Figura 14 aparece la ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de coníferas prioritarias y las parcelas permanentes de medición forestal en coníferas prioritarias que ha medido el INAB por lo menos una vez.



**Figura 14. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de coníferas prioritarias y las parcelas permanentes de medición forestal en coníferas prioritarias**

En el mapa de la Figura 15 aparece la ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de latifoliadas prioritarias y las parcelas permanentes de medición forestal en latifoliadas prioritarias que ha medido el INAB por lo menos una vez.



**Figura 15. Ubicación de los proyectos pinfor de plantaciones de latifoliadas prioritarias y las parcelas permanentes de medición forestal en latifoliadas prioritarias**

Para determinar el tamaño de muestra se han unido los escenarios 1 y 2, de especies de coníferas y latifoliadas plantadas prioritarias.

Considerando los 6 estratos, los tres de coníferas y los tres de latifoliadas, en el esquema de muestreo aleatorio estratificado, se determinó un tamaño de muestra de 365 parcelas permanentes de medición forestal; este número para un error de muestreo de 6% en la media del área basal por ha y 95% de confianza. Estas parcelas fueron distribuidas proporcionalmente al tamaño de los estratos en las plantaciones del pinfor de especies prioritarias. Luego, se hizo un balance con las parcelas que se han medido hasta el año 2013, y se determinaron las parcelas faltantes en cada sub estrato. Este balance aparece en el Cuadro 12.

**Cuadro 12. Distribución del tamaño de muestra en los sub estratos de especies plantadas prioritarias en pinfor de coníferas y latifoliadas y balance con las parcelas que se han medido hasta el año 2013**

Subestrato	Parcelas medidas actual.	%	Edad años	% Pinfor	Parcelas de la muestra	Faltantes
coniferas_1	9	2.1	5	18.6	68	59
coniferas_2	45	10.7	9	21.6	79	34
coniferas_3	255	60.7	12	22.0	80	0
latifoliadas_1	0	0.0	4	11.0	40	40
latifoliadas_2	0	0.0	8	12.6	46	46
latifoliadas_3	111	26.4	12	14.2	52	0
<b>Total</b>	<b>420</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>365</b>	<b>179</b>

Considerando el tamaño medio de los proyectos de plantaciones pinfor de especies prioritarias y que en cada proyecto el INAB considera el 1% de la superficie como parcelas permanentes de medición, se determinaron las parcelas a instalar por proyecto y de ahí el número de proyectos que se necesitan para cada sub estrato. En el Cuadro 13 aparecen los resultados de estos cálculos.

**Cuadro 13. Número de parcelas por proyecto y número de proyectos necesarios para distribuir las parcelas faltantes en cada sub estrato de especies prioritarias coníferas y latifoliadas del pinfor**

Subestrato	Media ha de los proyectos pinfor	Parcelas a instalar por proyecto	# proyectos requeridos
coniferas_1	19	4	9
coniferas_2	22	4	4
coniferas_3	20	4	0
latifoliadas_1	20	4	5
latifoliadas_2	16	3	7
latifoliadas_3	12	2	0
<b>Total</b>			<b>25</b>

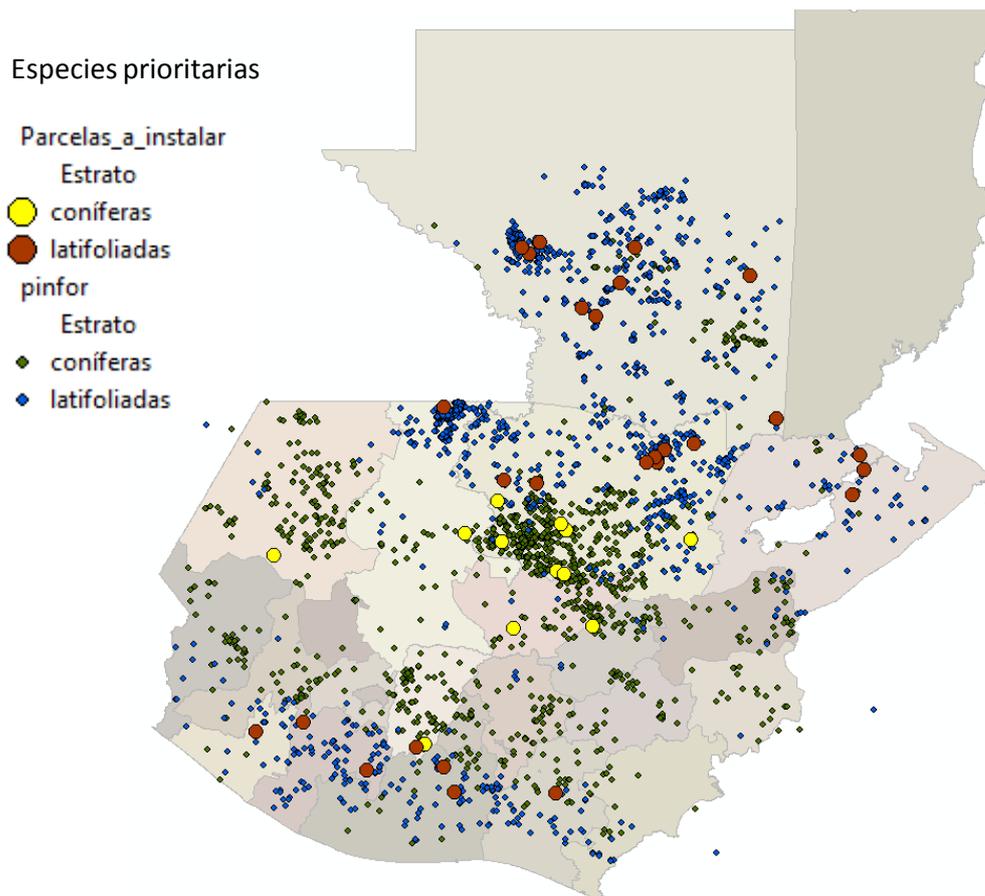
Para elegir los proyectos donde se podrían instalar las parcelas faltantes, se hizo una selección al azar en la base de datos de pinfor, considerando un intervalo de confianza para el tamaño medio en ha de los proyectos con un nivel de confianza de 99%.

### iii. Ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal faltantes en los proyectos pinfor de plantaciones

Una vez seleccionados los proyectos, con las coordenadas geográficas se preparó un mapa de su distribución. Las coordenadas de los proyectos seleccionados aparecen en el Cuadro 14 y el mapa preparado en la Figura 16.

**Cuadro 14. Coordenadas de los proyectos para instalar las parcelas faltantes**

Estrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos
coníferas	15	24	52.26	90	34	27.12
coníferas	15	28	15	90	15	54.8
coníferas	15	16	45	90	18	29
coníferas	15	0	36.7	90	30	55.4
coníferas	14	27	50	90	56	26
coníferas	15	25	26.5	89	40	5.7
coníferas	15	29	54.4	90	17	25.7
coníferas	15	15	48.71	90	16	33.71
coníferas	15	20	50	90	99	45
coníferas	15	1	1	90	8	22
coníferas	15	27	21.23	90	44	52.89
coníferas	15	36	30	90	35	40
coníferas	16	39	36.01	89	22	53.26
latifoliadas	14	33	56	91	31	1
latifoliadas	16	2	46.3	90	51	5.9
latifoliadas	15	47	11	89	49	37
latifoliadas	14	27	0	90	58	45
latifoliadas	15	59	29.3	89	15	19.37
latifoliadas	16	28	24.37	90	7	13.26
latifoliadas	16	47	33	89	55	47
latifoliadas	15	44	48	88	50	19
latifoliadas	15	41	13	90	24	18
latifoliadas	16	30	45	90	11	12
latifoliadas	15	50	43.6	89	47	31.5
latifoliadas	15	49	0	88	51	29



**Figura 16. Ubicación de las parcelas permanentes de medición forestal faltantes para una representatividad significativa en especies coníferas y latifoliadas prioritarias en pinfor**

En la Figura 16 se han ubicado las parcelas en forma aleatoria. En símbolos pequeños aparecen los proyectos pinfor de latifoliadas y coníferas prioritarias. Se puede ver una distribución más o menos uniforme de las parcelas faltantes sobre los proyectos pinfor de ambos tipos de especies.

### **Escenarios de especies plantadas prioritarias individuales**

#### **i. Tamaño de muestra**

Para tener la visión de lo que pasa a nivel individual de cada una de las especies prioritarias de plantaciones pinfor, en cuanto a la representatividad de las parcelas que se miden actualmente, se determinó un tamaño de muestra bajo el esquema de muestreo aleatorio estratificado o aleatorio simple según fuera el caso que no existiera información para definir sub estratos. Este tamaño de muestra se determinó con error de muestreo que se varió en función

de una decisión práctica si la varianza era muy alta o muy baja. El nivel de confianza fue de 90% en todos los casos.

Después de determinar estos tamaños de muestra, se hizo una distribución proporcional al tamaño de los estratos en las plantaciones pinfor. Los estratos que se utilizaron fueron los mismos definidos para todo el conjunto de las especies prioritarias, ya que o existían datos suficientes para definirlos para cada especie.

Luego de distribuir el tamaño de muestra en los estratos, se hizo un balance con las parcelas que se miden actualmente para determinar número de parcelas faltantes en cada uno. Los resultados de este balance aparecen en el Cuadro 15.

Al igual que para el conjunto de todas las especies prioritarias, considerando el tamaño medio de los proyectos de plantaciones pinfor y que en cada proyecto el INAB considera el 1% de la superficie como parcelas permanentes de medición, se determinaron las parcelas a instalar por proyecto y de ahí el número de proyectos que se necesitan para cada sub estrato.

Para elegir los proyectos donde se podrían instalar las parcelas faltantes, se hizo una selección al azar en la base de datos de pinfor, considerando un intervalo de confianza para el tamaño medio en ha de los proyectos con un nivel de confianza de 99%. La información de ubicación de los proyectos aparece en el Cuadro 18 del Anexo.

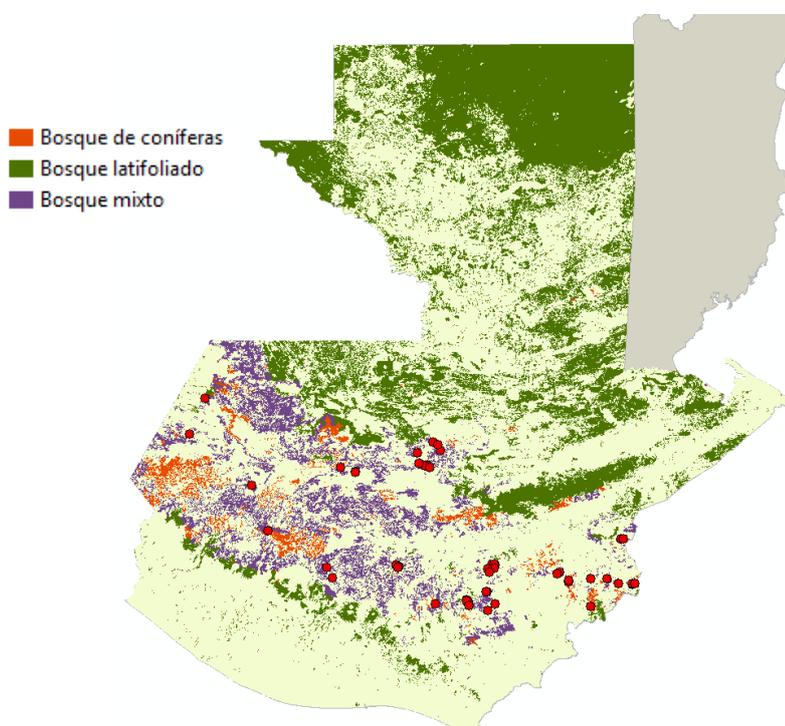
**Cuadro 15. Tamaño de muestra y balance para parcelas faltantes de especies prioritarias en forma individual**

Código de especie	Sub estrato	Proporción en proyectos pinfor	Área (ha) en pinfor	ni	Parcelas existentes	Parcelas faltantes	Método de muestreo	Error de muestreo (%)
ABIEGU	1	0.56	94.68	15	0	15	simple aleatorio	10
ABIEGU	2	0.08		3	0	3		
ABIEGU	3	0.36		10	3	7		
CALOBR	1	0.21	1,163.32	9	0	9	simple aleatorio	5
CALOBR	2	0.36		16	0	16		
CALOBR	3	0.43		19	3	16		
CEDROD	1	0.09	1,227.62	3	0	3	simple aleatorio	15
CEDROD	2	0.09		3	0	3		
CEDROD	3	0.82		20	2	18		
CUPRELU	1	0.27	4,555.60	13	0	13	estratificado aleatorio	10
CUPRELU	2	0.24		12	3	9		
CUPRELU	3	0.49		24	65	0		
GMELAR	1	0.15	836.18	6	0	6	estratificado aleatorio	20
GMELAR	2	0.21		8	0	8		
GMELAR	3	0.64		23	12	11		
PINUCH	1	0.22	7,807.12	18	0	18	estratificado aleatorio	10
PINUCH	2	0.34		28	3	25		
PINUCH	3	0.44		37	37	0		
PINUMI	1	0.36	20,513.82	29	8	21	estratificado aleatorio	10
PINUMI	2	0.39		31	33	0		
PINUMI	3	0.25		21	56	0		
PINUOO	1	0.23	6,536.19	16	1	15	estratificado aleatorio	10
PINUOO	2	0.31		22	6	16		
PINUOO	3	0.46		32	94	0		
SWIEMA	1	0.37	1,612.85	23	0	23	estratificado aleatorio	10
SWIEMA	2	0.53		33	0	33		
SWIEMA	3	0.1		7	6	1		
TABEDO	1	0.32	18,211.33	19	0	19	simple aleatorio	1.5
TABEDO	2	0.33		20	0	20		
TABEDO	3	0.35		21	31	0		
TECTGR	1	0.17	881.91	12	0	12	estratificado aleatorio	9
TECTGR	2	0.41		27	0	27		
TECTGR	3	0.42		28	55	0		
VOCHGU	1	0	94.96	0	0	0	simple aleatorio	1
VOCHGU	2	0.02		1	0	1		
VOCHGU	3	0.98		20	2	18		
Total			63,535.58	629	420	386		

## Escenario de bosque natural

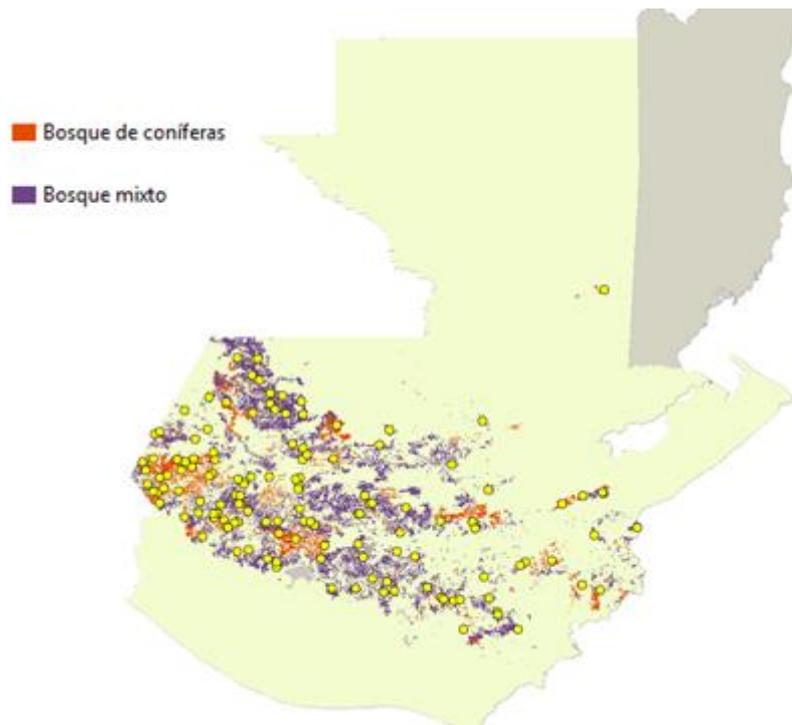
Para determinar el tamaño de muestra para bosque natural de coníferas en conjunto con el mixto, se utilizó el esquema de muestreo aleatorio simple, con un error de muestreo de 10% para la media del área basal por ha y un nivel de confianza de 95%. El tamaño resultante es de 189 parcelas. Actualmente se miden 54, por lo que el balance indica un faltante de 135.

En el mapa de la Figura 17 aparece la ubicación del bosque natural por tipo y la ubicación de las parcelas que se miden actualmente en bosque de coníferas y mixto.



**Figura 17. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal que se monitorean actualmente en bosque de coníferas y mixto**

En el mapa de la Figura 18 aparece la ubicación de las 35 parcelas faltantes. Esta ubicación se hizo al azar. En el Cuadro 16 aparecen las coordenadas geográficas de las parcelas faltantes.



**Figura 18. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal faltantes en bosque de coníferas y mixto**

**Cuadro 16. Coordenadas geográficas de las parcelas faltantes en bosque natural de coníferas y bosque mixto**

No.	Proyección	lat	long
1	GTM	1662684.05	523835.70
2	GTM	1623321.86	447063.18
3	GTM	1632976.25	592874.85
4	GTM	1738032.67	395410.00
5	GTM	1691884.06	333735.64
6	GTM	1712898.57	433203.34
7	GTM	1726221.70	417784.91
8	GTM	1674073.17	528657.11
9	GTM	1670400.84	482792.32
10	GTM	1773309.24	380245.36
11	GTM	1744469.30	379391.77
12	GTM	1673356.20	429158.61
13	GTM	1662975.63	494733.74
14	GTM	1720788.22	349387.42
15	GTM	1698955.34	370567.14
16	GTM	1714360.88	452364.93
17	GTM	1663484.09	407925.55
18	GTM	1657268.06	507126.35
19	GTM	1630281.17	430797.91
20	GTM	1584060.32	535187.65
21	GTM	1656771.77	516673.90

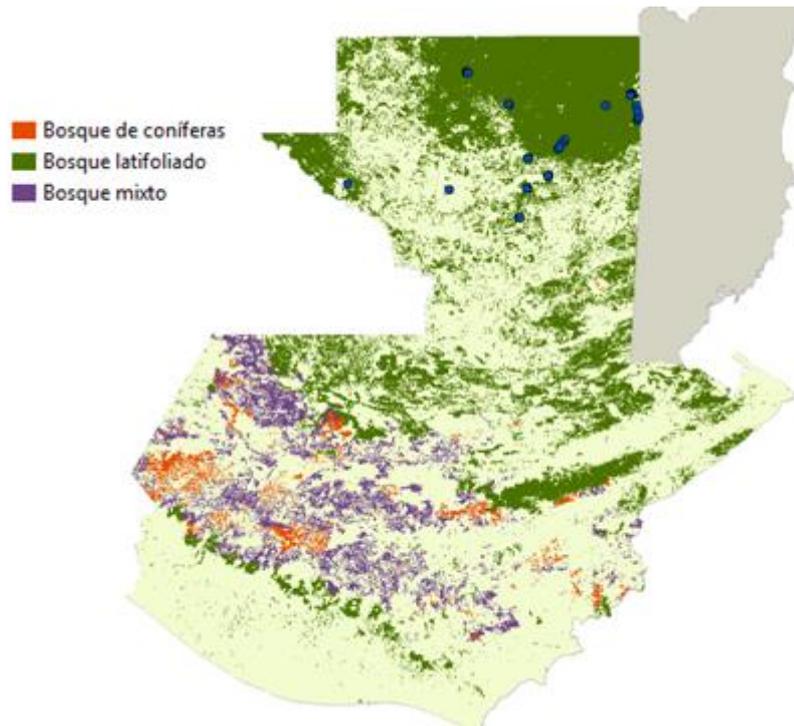
No.	Proyección	lat	long
22	GTM	1600108.64	547638.94
23	GTM	1665653.89	558893.65
24	GTM	1678906.06	465044.89
25	GTM	1664532.10	498626.23
26	GTM	1735541.59	379563.69
27	GTM	1683958.66	384845.72
28	GTM	1697743.89	508755.90
29	GTM	1625326.73	457086.42
30	GTM	1766481.52	386575.39
31	GTM	1625557.02	582785.73
32	GTM	1679454.32	325172.05
33	GTM	1649154.26	434880.82
34	GTM	1771108.20	381150.46
35	GTM	1731601.78	414484.38
36	GTM	1623494.07	496227.70
37	GTM	1628314.71	480721.12
38	GTM	1591594.11	561635.11
39	GTM	1722631.99	402657.99
40	GTM	1680862.71	330553.20
41	GTM	1617017.42	442972.14
42	GTM	1752113.54	398378.83
43	GTM	1635299.10	469343.59
44	GTM	1738269.30	403074.58
45	GTM	1618188.95	510927.81
46	GTM	1591648.80	561299.93
47	GTM	1723890.53	423551.82
48	GTM	1636212.53	437911.44
49	GTM	1659578.27	379650.16
50	GTM	1665581.21	543323.42
51	GTM	1632266.20	582715.47
52	GTM	1743603.05	378490.96
53	GTM	1694206.37	353971.38
54	GTM	1670268.49	468131.99
55	GTM	1638206.56	378160.31
56	GTM	1724681.50	414274.38
57	GTM	1640180.29	450000.07
58	GTM	1608604.04	615755.69
59	GTM	1663710.74	533128.40
60	GTM	1673102.62	458431.87
61	GTM	1675769.09	429298.19
62	GTM	1691018.84	349153.73
63	GTM	1589858.89	559660.25
64	GTM	1672486.33	465079.21
65	GTM	1753716.75	400241.44

No.	Proyección	lat	long
66	GTM	1727873.48	424759.73
67	GTM	1686863.61	480411.80
68	GTM	1701466.06	407114.24
69	GTM	1775460.36	387083.16
70	GTM	1683856.87	342683.19
71	GTM	1664045.11	387716.91
72	GTM	1703765.04	500318.19
73	GTM	1647824.49	382697.23
74	GTM	1673866.45	330183.65
75	GTM	1715059.86	435185.58
76	GTM	1659370.68	508210.07
77	GTM	1738264.68	378319.62
78	GTM	1641898.13	429462.78
79	GTM	1645236.94	358152.56
80	GTM	1637193.82	481998.94
81	GTM	1690444.34	375340.06
82	GTM	1692770.60	366538.41
83	GTM	1631105.94	485913.45
84	GTM	1683419.31	372458.30
85	GTM	1581099.35	535550.46
86	GTM	1646930.48	403826.21
87	GTM	1657958.39	473026.45
88	GTM	1681877.51	351640.53
89	GTM	1768272.03	395758.10
90	GTM	1727916.52	416396.52
91	GTM	1693599.11	364395.61
92	GTM	1634929.63	549933.22
93	GTM	1630336.54	465018.83
94	GTM	1707564.42	513948.47
95	GTM	1610203.58	545756.75
96	GTM	1693407.35	357232.71
97	GTM	1610801.29	469121.08
98	GTM	1707391.25	481045.96
99	GTM	1715741.30	334898.97
100	GTM	1726723.27	411389.87
101	GTM	1662925.81	531994.98
102	GTM	1671806.18	457948.56
103	GTM	1691741.06	399768.39
104	GTM	1632924.15	466806.15
105	GTM	1609783.03	550254.88
106	GTM	1611137.48	501161.00
107	GTM	1653464.76	405597.04
108	GTM	1719152.18	400682.62
109	GTM	1698628.71	401686.01

No.	Proyección	lat	long
110	GTM	1692086.22	454219.60
111	GTM	1670289.72	408625.11
112	GTM	1658584.03	498757.36
113	GTM	1707266.37	418325.80
114	GTM	1621161.73	632763.04
115	GTM	1675889.96	339208.83
116	GTM	1667792.16	493948.13
117	GTM	1756470.11	403647.97
118	GTM	1693473.13	479875.08
119	GTM	1714214.00	450747.91
120	GTM	1675050.50	612161.02
121	GTM	1639422.81	450467.55
122	GTM	1673430.23	432986.33
123	GTM	1615690.78	516171.42
124	GTM	1659524.64	521985.33
125	GTM	1697283.27	512979.35
126	GTM	1731280.23	386804.67
127	GTM	1625172.95	442368.37
128	GTM	1613518.61	471208.73
129	GTM	1704063.82	524380.30
130	GTM	1698868.46	367120.92
131	GTM	1607866.47	515040.65
132	GTM	1606534.80	479986.77
133	GTM	1747616.24	379307.76
134	GTM	1662029.89	356702.33
135	GTM	1641937.42	402885.62

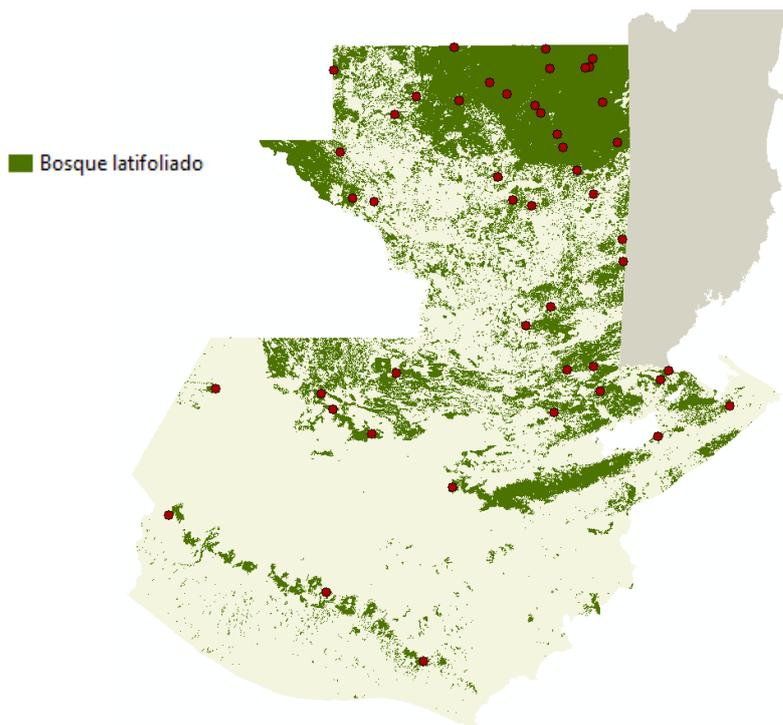
Para determinar el tamaño de muestra para bosque natural de latifoliadas, se también se utilizó el esquema de muestreo aleatorio simple, con un error de muestreo de 4% para la media del área basal por ha y un nivel de confianza de 95%. El tamaño resultante es de 153 parcelas. Actualmente se miden 106, por lo que el balance indica un faltante de 47.

En el mapa de la Figura 19 aparece la ubicación del bosque natural por tipo y la ubicación de las parcelas que se miden actualmente en bosque de latifoliadas.



**Figura 19. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal que se monitorean actualmente en bosque de latifoliadas**

En el mapa de la Figura 20 aparece la ubicación de las 48 parcelas faltantes. Esta ubicación se hizo al azar. En el Cuadro 17 aparecen las coordenadas geográficas de las parcelas faltantes.



**Figura 20. Bosque natural por tipo y ubicación de parcelas permanentes de medición forestal faltantes en bosque de latifoliadas**

**Cuadro 17. Coordenadas geográficas de las parcelas faltantes en bosque natural de latifoliadas**

No.	Proyección	lat	long
1	GTM	1968909.33	527845.99
2	GTM	1911738.61	595564.86
3	GTM	1925872.80	584872.01
4	GTM	1864565.40	578750.64
5	GTM	1740750.06	440924.98
6	GTM	1712513.58	661866.40
7	GTM	1713945.99	473789.75
8	GTM	1899635.52	453090.35
9	GTM	1798222.24	591623.06
10	GTM	1945813.40	551302.02
11	GTM	1732245.58	708960.95
12	GTM	1956276.53	616843.43
13	GTM	1961482.69	619256.93
14	GTM	1906265.65	635440.52
15	GTM	1756343.49	602089.57
16	GTM	1755837.32	668827.23
17	GTM	1938057.60	562923.06
18	GTM	1955497.93	614186.21
19	GTM	1867493.13	475410.90
20	GTM	1728013.78	593742.46
21	GTM	1932660.28	625636.45

No.	Proyección	lat	long
22	GTM	1660505.67	340771.74
23	GTM	1924850.53	488930.45
24	GTM	1872214.57	619571.91
25	GTM	1785701.59	574903.37
26	GTM	1868569.56	566692.83
27	GTM	1744117.65	371673.10
28	GTM	1742010.73	624079.48
29	GTM	1936386.29	503197.54
30	GTM	1609651.41	444003.45
31	GTM	1678834.56	527170.27
32	GTM	1934040.51	531546.57
33	GTM	1827858.12	639035.68
34	GTM	1842388.30	638439.26
35	GTM	1954036.32	448988.23
36	GTM	1730571.03	448506.45
37	GTM	1754270.79	490127.63
38	GTM	1564307.37	507951.32
39	GTM	1887989.90	608854.69
40	GTM	1883447.00	556564.05
41	GTM	1749772.46	663660.79
42	GTM	1954805.34	590769.34
43	GTM	1930680.02	581118.19
44	GTM	1869729.83	461415.39
45	GTM	1758492.60	619827.99
46	GTM	1968041.94	587944.41
47	GTM	1902946.47	599519.09

## 4.2 Capacitación a personal técnico en temas estadísticos

De la discusión con los encargados del proyecto surgieron los temas a ser incluidos en la capacitación del personal técnico en temas estadísticos. Estos temas son: Muestreo estadístico, análisis de varianza y análisis de regresión. En el Anexo aparece la programación de los contenidos de los temas en un curso corto que se impartió en dos oportunidades, una en Cobán, Alta Verapaz y la otra en Chimaltenango, Chimaltenango. En ambos casos el curso se impartió a 25 técnicos, mayoritariamente del INAB, alguna pequeña participación del CONAP. La parte práctica de campo en el caso de Alta Verapaz, se realizó en el bosque del parque Las Victorias, y en el caso de Chimaltenango, en el bosque del parque Los Aposentos.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

IARNA y URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente y Universidad Rafael Landívar). 2009. *La cadena de la tala no controlada en Guatemala: Los casos de Tecpán Guatemala, Chimaltenango y San Juan Sacatepéquez, Guatemala*. Documento técnico No. 35. Guatemala: Autor.

INAB, CONAP, UVG y URL (Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Universidad del Valle de Guatemala de Guatemala y Universidad Rafael Landívar). (2012). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y dinámica de la cobertura forestal 2006-2010*. Guatemala: Autor.

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2006). *Mapa de cobertura vegetal y uso actual de la tierra para el año 2003*. Guatemala: Autor.

## 6 ANEXOS

### PROGRAMA DEL CURSO DE ESTADÍSTICA PARA TÉCNICOS DEL INAB

TIEMPO	TEMA
PRIMER DÍA	
8:00	Inscripción
8:15	Bienvenida
8:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Términos técnicos en muestreo estadístico: unidad de muestreo, marco de lista, formas y tamaños de unidades de muestreo, población</li> <li>• Fuentes de error en los muestreos</li> <li>• Conceptos básicos: repaso de principales medidas de tendencia central y de dispersión; población finita, población infinita, estimación, error de muestreo</li> </ul>
9:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo aleatorio simple: como seleccionar una muestra aleatoria simple (uso de funciones de Excel), estimación de la media y el total de una población</li> </ul>
10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receso</li> </ul>
10:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección del tamaño de muestra para la media y el total de una población; estimación de una proporción de la población</li> </ul>
11:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios con muestreo aleatorio simple</li> </ul>
13:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almuerzo</li> </ul>
14:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de campo: ubicación, delimitación y medición de unidades de muestreo de diferentes formas ( circulares, rectangulares y en conglomerados)</li> </ul>

17:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre del primer día</li> </ul>
<b>SEGUNDO DÍA</b>	
8:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo aleatorio estratificado: como seleccionar una muestra aleatoria estratificada; estimación de la media y el total de una población; Selección del tamaño de muestra para la media y el total de una población; estimación de una proporción de la población</li> </ul>
9:30	
10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios con muestreo aleatorio estratificado</li> </ul>
10:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receso</li> </ul>
12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuación de ejercicios con muestreo aleatorio estratificado</li> <li>• Muestreo sistemático: como seleccionar una muestra aleatoria sistemática; estimación de la media y el total de una población; Selección del tamaño de muestra para la media y el total de una población; estimación de una proporción de la población</li> </ul>
13:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almuerzo</li> </ul>
14:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo por conglomerados: muestreo por conglomerados en dos etapas; como seleccionar una muestra aleatoria sistemática; estimación de la media y el total de una población; Selección del tamaño de muestra para la media y el total de una población</li> </ul>
15:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios con muestreo por conglomerados en dos etapas</li> </ul>
17:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre del segundo día</li> </ul>
<b>TERCER DÍA</b>	
8:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de varianza: supuestos; diseño completamente al azar; diseño en bloques al azar; diseño cuadrado latino; análisis de varianza para variables cualitativas y no normales</li> </ul>
9:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de análisis de varianza utilizando Infostat</li> </ul>
10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receso</li> </ul>
10:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuación de ejercicios de análisis de varianza utilizando Infostat</li> </ul>
13:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almuerzo</li> </ul>
14:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de regresión lineal simple: obtención de la ecuación por mínimos cuadrados; evaluación de la ecuación, inferencia sobre los parámetros de regresión</li> <li>• Ejercicios de regresión lineal simple utilizando Xlstat</li> <li>• Regresión lineal múltiple: obtención de la ecuación por mínimos cuadrados; evaluación de la ecuación, inferencia sobre los parámetros de regresión</li> <li>• Ejercicios de regresión lineal múltiple utilizando Xlstat</li> </ul>
17:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre del tercer día</li> </ul>

### Software de apoyo:

Infostat (versión libre) y Slstat (versión de prueba)

**Bibliografía de apoyo:**

Cochran, W. 1980. Técnicas de muestreo. México, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.

Daniel, W. 2008. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. México, Limusa.

Scheaffer, R.; Mendenhall, W. y Ott, L. 1993. Elementos de muestreo. México, Grupo Editorial Iberoamericana.

**Cuadro 18. Información de ubicación de los proyectos para instalar las parcelas faltantes para cada especie prioritaria**

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
ABIEGU	1	15	30	45.64	91	31	35.46	0.5	1
ABIEGU	1	15	34	46.9	91	27	0.7	0.62	1
ABIEGU	1							1	1
ABIEGU	1	15	32	8.2	91	27	45.4	1.09	1
ABIEGU	1							1.13	1
ABIEGU	1	15	42	58	91	24	41.32	1.48	1
ABIEGU	1	15	35	23.32	91	40	21.06	1.5	1
ABIEGU	1							1.6	1
ABIEGU	1	15	31	3.1	91	26	27.3	2.63	1
ABIEGU	1	15	31	30.3	91	30	39.7	2.94	1
ABIEGU	1	15	30	32	91	36	17	3	1
ABIEGU	1	15	29	8.5	91	20	39.2	3.2	1
ABIEGU	1	15	28	31	91	34	15.5	5	1
ABIEGU	1							12.19	1
ABIEGU	1							14.65	1
ABIEGU	2	15	3	28.5	91	36	8.9	0.6	1
ABIEGU	2	14	47	49	91	0	25	1.5	1
ABIEGU	2	15	30	32	91	36	17	5	1
ABIEGU	3	14	45	45	91	27	30	2.5	1
ABIEGU	3	15	2	59	90	6	3	3	1
ABIEGU	3	14	47	49	91	0	25	3	1
ABIEGU	3	14	47	49	91	0	25	4.25	1
ABIEGU	3	14	47	49	91	0	25	4.5	1
ABIEGU	3	15	25	0	91	20	0	6.56	1

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
ABIEGU	3	14	45	22	91	29	33	7.42	1
CALOBR	1	16	36	3.57	89	31	25.58	4.06	2
CALOBR	1	16	36	49.08	89	32	31.35	4.27	2
CALOBR	1	15	42	42.54	90	29	19.5	4.4	2
CALOBR	1	15	26	43.9	89	1	37.9	5	2
CALOBR	1	16	0	15	90	51	34	5.7	1
CALOBR	2	15	55	40.7	91	0	43.7	2	1
CALOBR	2	16	3	15.5	90	46	48	2	1
CALOBR	2	16	4	18.9	90	46	50.4	2	1
CALOBR	2	15	36	25.8	89	46	47.3	2.15	1
CALOBR	2	15	59	21	90	39	21	2.29	1
CALOBR	2	15	38	59.3	88	46	54.6	2.4	1
CALOBR	2	16	3	38.7	90	46	0.3	2.5	1
CALOBR	2	16	0	31.2	90	47	32.11	2.56	1
CALOBR	2	15	59	50	90	52	0	2.8	1
CALOBR	2	15	36	0	90	35	0	2.93	1
CALOBR	2	15	30	11	88	55	32	3	1
CALOBR	2	16	4	5.2	90	47	47.5	3	1
CALOBR	2	15	56	19.6	90	50	14.5	3.15	1
CALOBR	2	16	2	15	90	51	3	3.3	1
CALOBR	2	16	2	1.9	90	48	27.6	3.5	1
CALOBR	2	15	46	45	90	36	33	4.2	1
CALOBR	3	16	2	43	90	47	47	3.13	1
CALOBR	3	16	2	46.3	90	51	5.9	3.33	1
CALOBR	3	16	46	34.56	90	36	12.8	3.42	1

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
CALOBR	3	15	41	48	89	1	54	3.5	1
CALOBR	3	15	54	15.3	90	35	28.9	3.52	1
CALOBR	3	16	23	59.19	89	47	43	3.6	1
CALOBR	3	15	52	26	89	39	14	3.72	1
CALOBR	3	15	59	29.3	89	15	19.37	4.53	1
CALOBR	3	16	1	18	90	50	37	4.69	1
CALOBR	3	15	49	30	89	51	26	5	1
CALOBR	3	15	16	17	89	36	37	5.05	1
CALOBR	3	14	33	15	91	15	55	5.24	1
CALOBR	3	15	54	37.8	90	40	7	5.65	1
CALOBR	3	15	39	25	89	0	18	6.2	1
CALOBR	3	15	33	0	88	55	0	7	1
CALOBR	3	16	13	42	89	55	31	7.43	1
CEDROD	1	16	57	49	89	57	20	0.44	1
CEDROD	1	15	41	18.8	91	45	49.9	1	1
CEDROD	1	16	36	3.57	89	31	25.58	3.24	1
CEDROD	2	15	30	19	89	40	2	0.88	1
CEDROD	2	16	33	47	89	26	32.69	1	1
CEDROD	2	17	5	41.8	90	10	31.2	1.37	1
CEDROD	3	16	4	25.02	89	34	27.17	1.88	1
CEDROD	3	17	0	56.5	89	43	5.5	1.88	1
CEDROD	3	15	58	15.65	90	8	29.5	1.9	1
CEDROD	3	14	13	47	90	17	7	1.94	1
CEDROD	3	14	46	5	90	30	10	1.99	1
CEDROD	3	17	0	5	89	53	56	2	1

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
CEDROD	3	15	40	40	90	42	48.1	2.11	1
CEDROD	3	15	36	50	90	27	10	2.15	1
CEDROD	3	16	11	10	90	10	30	2.28	1
CEDROD	3	17	2	20.62	89	50	30.94	2.45	1
CEDROD	3	15	23	35	89	43	35	2.5	1
CEDROD	3	15	28	49	89	52	25	2.5	1
CEDROD	3	17	2	26.26	89	48	52.58	2.5	1
CEDROD	3	15	46	16.32	90	13	17.76	2.55	1
CEDROD	3	15	51	50	90	3	15	2.56	1
CEDROD	3	16	31	24.45	90	10	35.93	2.67	1
CEDROD	3	14	37	50	91	43	16	2.75	1
CEDROD	3	16	41	30	90	16	36	2.8	1
CUPRLU	1	14	44	20	90	40	50	6.6	2
CUPRLU	1	15	13	5.7	91	58	8.8	6.62	2
CUPRLU	1	15	28	31	91	34	15.5	7	2
CUPRLU	1	14	27	50	90	56	26	8.2	2
CUPRLU	1	14	36	29.8	90	55	33	8.6	2
CUPRLU	1	15	17	45	90	27	5	9.7	2
CUPRLU	1	14	30	0.5	90	45	1.8	10	1
CUPRLU	2	15	25	20	91	2	28	6	2
CUPRLU	2	14	29	25	90	27	32	7.45	2
CUPRLU	2	15	30	45.9	91	19	51.8	7.86	2
CUPRLU	2	14	43	51.9	90	58	6.66	8	2
CUPRLU	2	15	14	5	90	5	43	8.18	1
GMELAR	1	16	49	24.5	90	0	14.73	16	3

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
GMELAR	1	16	28	52.57	89	47	31.83	20	3
GMELAR	2	15	46	32	89	30	30	10	4
GMELAR	2	16	49	51.43	89	55	14.57	23	4
GMELAR	3	14	21	20	91	9	10	12.5	6
GMELAR	3	16	49	12.18	89	51	33.3	14	5
PINUCH	1	16	47	25.6	89	56	52.7	15	5
PINUCH	1	16	26	5.42	89	25	31.34	15	5
PINUCH	1	15	25	26.5	89	40	5.7	18	5
PINUCH	1	16	20	51.13	89	26	30.6	20.1	3
PINUCH	2	15	11	11.2	89	21	9.7	22.28	6
PINUCH	2	16	49	27.34	90	2	18.27	30	6
PINUCH	2	15	7	11.1	90	6	55.4	39.85	6
PINUCH	2	16	42	10.48	90	6	46.31	41.36	7
PINUMI	1	15	33	28.2	90	22	36.2	18.4	4
PINUMI	1	15	23	32.64	90	40	58.44	20.73	4
PINUMI	1	15	9	23.99	91	58	30	22.22	4
PINUMI	1	15	19	44.48	90	13	58.41	24	4
PINUMI	1	15	23	17.9	90	21	34.7	25	5
PINUOO	1	14	58	23.06	89	15	54.94	13.66	4
PINUOO	1	14	40	40.1	89	29	39.3	15.63	4
PINUOO	1	15	14	9.8	90	4	37.6	16.87	4
PINUOO	1	15	13	13	90	15	27	17.5	3
PINUOO	2	15	27	28.5	90	56	51.6	14.59	4
PINUOO	2	15	12	22.2	90	3	25.24	16.58	4
PINUOO	2	15	6	53	90	16	30	17.05	4

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
PINUOO	2	14	39	39	89	48	58	18.56	4
SWIEMA	1	15	46	42.3	90	17	15.5	0.75	1
SWIEMA	1	16	1	7	90	51	51	0.9	1
SWIEMA	1	16	40	49	90	1	31	0.9	1
SWIEMA	1	16	0	15	90	51	34	1	1
SWIEMA	1	17	1	4.8	89	49	58.74	1	1
SWIEMA	1	15	52	19	89	44	4	1.5	1
SWIEMA	1	17	10	25.47	90	10	22.67	1.7	1
SWIEMA	1	16	32	46.35	89	21	53.33	2	1
SWIEMA	1	16	40	49	90	1	31	2	1
SWIEMA	1	16	49	9.19	90	24	53.64	2.22	1
SWIEMA	1	15	40	12.9	89	0	44.2	2.45	1
SWIEMA	1	16	44	39.97	90	24	0.2	2.5	1
SWIEMA	1	16	50	53.87	90	7	22.07	3	1
SWIEMA	1	16	50	56	90	8	8.96	3	1
SWIEMA	1	16	42	37.2	89	58	16.2	3	1
SWIEMA	1	15	38	28.5	90	22	31.4	3.68	1
SWIEMA	1	16	56	27.41	89	29	24.08	3.76	1
SWIEMA	1	17	10	23.08	90	10	27.88	3.85	1
SWIEMA	1	15	40	48.3	90	18	35.9	3.93	1
SWIEMA	1	16	42	37.2	89	58	16.2	5	1
SWIEMA	1	16	23	23.2	89	50	41.29	6	1
SWIEMA	1	16	57	24.25	89	58	38.84	10	1
SWIEMA	1	16	54	55.08	89	14	13.19	14.85	1
SWIEMA	2	16	0	27.3	90	6	57.4	0.88	1

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
SWIEMA	2	15	30	19	89	40	2	0.88	1
SWIEMA	2	17	6	26.95	89	41	18.96	1	1
SWIEMA	2	15	53	59.1	90	49	51.1	1	1
SWIEMA	2	15	58	28	90	35	6	1.04	1
SWIEMA	2	15	51	45	90	37	10	1.05	1
SWIEMA	2	16	55	15.15	90	4	13.87	1.06	1
SWIEMA	2	17	10	25.36	90	10	38.23	1.1	1
SWIEMA	2	15	50	30.9	89	48	33.5	1.12	1
SWIEMA	2	15	30	30.9	90	26	18.7	1.19	1
SWIEMA	2	15	57	12	90	33	32.4	1.25	1
SWIEMA	2	16	44	47.47	90	23	46.42	1.43	1
SWIEMA	2	16	44	39.97	90	24	0.2	1.44	1
SWIEMA	2	15	37	24.9	89	46	24.3	1.47	1
SWIEMA	2	15	41	12	90	16	58	1.5	1
SWIEMA	2	16	40	49	90	1	31	1.5	1
SWIEMA	2	15	50	40	90	7	30	1.5	1
SWIEMA	2	15	57	4	90	32	43	1.64	1
SWIEMA	2	15	4	47.7	89	7	41.8	1.66	1
SWIEMA	2	16	55	12	90	31	13	1.67	1
SWIEMA	2	15	48	28	90	45	3	1.71	1
SWIEMA	2	15	55	24	90	33	4	1.8	1
SWIEMA	2	15	49	51.3	89	47	6.95	1.91	1
SWIEMA	2	15	47	52	89	27	26.4	1.97	1
SWIEMA	2	15	8	40	90	18	9	2	1
SWIEMA	2	14	30	17	89	26	2	2.04	1

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
SWIEMA	2	15	40	3	88	57	50	2.43	1
SWIEMA	2	15	54	39	89	57	41	2.5	1
SWIEMA	2	15	34	22.4	89	15	21.3	2.71	1
SWIEMA	2	15	36	0	90	35	0	2.93	1
SWIEMA	2	16	42	37.2	89	58	16.2	3	1
SWIEMA	2	15	55	50	90	49	31	3.06	1
SWIEMA	2	16	52	57	89	17	57	3.12	1
SWIEMA	3	14	46	5	90	30	10	1.84	1
TABEDO	1	14	34	29.4	91	18	44.3	7.82	3
TABEDO	1	14	12	58.4	90	45	56.7	8.82	3
TABEDO	1	14	15	54	90	30	47.6	9.3	3
TABEDO	1	14	15	30	90	52	28	10.8	3
TABEDO	1	14	12	4.2	90	10	36.1	10.82	3
TABEDO	1	13	55	25	90	3	22	12	3
TABEDO	1	14	16	49.38	91	19	11.79	12.42	1
TABEDO	2	14	30	35	91	18	11.2	7	3
TABEDO	2	14	55	57.66	92	2	33.13	8.86	3
TABEDO	2	14	34	34.9	91	18	22.8	9.18	3
TABEDO	2	14	30	47.1	91	11	23.7	10.02	3
TABEDO	2	14	34	22.81	91	18	58.65	12	3
TABEDO	2	14	1	8.5	90	3	6.5	12.1	3
TABEDO	2	14	24	52.5	91	33	41.3	14	2
TECTGR	1	16	49	3.5	90	23	26.18	21.68	4
TECTGR	1	16	44	19.5	90	31	59.5	22.46	4
TECTGR	1	14	12	7	90	43	35	25.3	4

Cod_espe.	Substrato	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AREA (ha)	Parcelas a instalar
TECTGR	2	14	7	3	90	29	45	21.43	5
TECTGR	2	16	46	18.71	90	29	51.66	24.95	5
TECTGR	2	14	13	6	90	59	20	25	5
TECTGR	2	16	51	23.79	90	29	3.25	25.43	5
TECTGR	2	14	27	10	91	10	15	27.34	5
TECTGR	2	14	25	6.8	91	32	2.3	28.95	2
VOCHGU	2	15	59	50	90	52	0	2.84	1
VOCHGU	3	16	0	47	90	52	28.6	1.88	1
VOCHGU	3	16	0	16	90	50	55.5	1.88	1
VOCHGU	3	15	52	33	89	48	55	1.92	1
VOCHGU	3	15	37	7	89	45	31	2	1
VOCHGU	3	15	0	41	90	50	42	2	1
VOCHGU	3	15	49	17.5	88	56	2.92	2.08	1
VOCHGU	3	15	54	28	90	51	20	2.34	1
VOCHGU	3	15	52	26	89	39	14	2.55	1
VOCHGU	3	15	57	23	89	58	24	2.67	1
VOCHGU	3	15	54	38	90	51	50	2.81	1
VOCHGU	3	15	53	8	90	50	19	2.81	1
VOCHGU	3	15	17	38	89	45	18	2.88	1
VOCHGU	3	16	2	43	90	47	47	3.13	1
VOCHGU	3	16	2	46.3	90	51	5.9	3.34	1
VOCHGU	3	15	52	53	89	47	5	3.45	1
VOCHGU	3	15	54	15.3	90	35	28.9	3.52	1
VOCHGU	3	15	53	51	89	46	53	3.66	1
VOCHGU	3	15	52	26	89	39	14	3.72	1

