

ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN BOSQUES DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA (Fase III)



Informe de Mediciones
Realizadas en el 2,007 - 2,008
Elaborado por:



Dr. Edwin Castellanos
Ing. Alma E. Quilo C.
Ing. Rolando Montenegro
Ing. Sergio Quemé



Centro de Estudios Ambientales - Universidad del Valle de Guatemala
En colaboración con:
CARE

PERSONAL QUE INTERVINO EN EL ESTUDIO

“Estimación del Contenido de Carbono en Bosques del
Altiplano Occidental de Guatemala”

Mediciones realizadas durante el año 2,007 y principios del 2,008.

Personal de la Universidad del Valle Centro de Estudios Ambientales

Dr. Edwin Castellanos
Ing. Alma E. Quilo C.
Ing. Rolando Montenegro
Ing. Sergio Queme
Hosmin Fuentes
Luis Daniel Cruz

Personal de CARE

Ing. Roberto Chuc
M.Sc. Claudia Flores
Dasonomo Rony Arriola
T.F. Helio Palacios
Ing. Gladys Soto

Personal de Oficinas Forestales Municipales

Personal técnico como extencionistas de las municipalidades de:

San Jose Ojetenam, San Marcos.
Tacana, San Marcos.
Cabrican, Quetzaltenango.
Huitan, Quetzaltenango.
Santa Maria Chiquimula, Totonicapán.

INDICE

| | |
|--|----|
| 1) INTRODUCCION | 3 |
| 2) METODOLOGIA | 5 |
| 2.1. Selección de Sitios..... | 5 |
| 2.2. Mapeo y distribución de parcelas al azar..... | 6 |
| 2.3. Materiales y Equipo Utilizado..... | 6 |
| 2.4. Diseño de la medición de carbono forestal. | 6 |
| 2.5. Ejecución del Inventario de carbono en bosques comunales y municipales..... | 7 |
| 2.5.1. Inventario Forestal | 7 |
| 2.5.2. Estimación de Biomasa en Campo | 8 |
| a) <i>Vegetación arbórea y arbustos</i> | 8 |
| b) <i>Maleza, hojarasca y suelo</i> | 8 |
| 2.5.3. Análisis de Muestras y Carbono Orgánico en el Suelo en Laboratorio para Estimación de Biomasa Seca | 9 |
| a) <i>Materia seca del Material Vegetal</i> | 9 |
| b) <i>Suelo</i> | 9 |
| c) <i>Fracción de carbono</i> | 10 |
| 3) RESULTADOS | 10 |
| Resultados de los Bosques Revisita 2,004 - 2,008..... | 11 |
| Resultados de los 10 nuevos bosques (2,008)..... | 20 |
| 4) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 37 |
| 5) BIBLIOGRAFIA | 38 |
| ANEXOS | 39 |

1) INTRODUCCION

Teniendo en cuenta la variabilidad climática, el incremento de la población, disminución de espacio para vivienda o trabajos agrícolas, incremento de la pobreza, entre otros, sabemos que actualmente uno de los recursos naturales que sufre un deterioro continuo son los bosques naturales ubicados en todo el territorio guatemalteco y otros países en vías de desarrollo.

En los últimos años gracias a la preocupación de entes internacionales ante los temas ambientales los proyectos de mitigación al cambio climático han tomado mayor auge, como lo son los proyectos forestales de fijación de carbono.

Actualmente, existen varias compañías o países que se dedican a negociar bonos de carbono, ya sea mediante el Protocolo de Kyoto o por negociaciones voluntarias, sin embargo, para poder aplicar a estas oportunidades de venta es necesario tener trazada nuestra línea base y así poder realizar un negocio con éxito.

Los proyectos forestales de fijación de carbono pueden contribuir a beneficiar significativamente a las comunidades locales mediante la diversificación de sus ingresos, mejorando la productividad de la tierra, así como agregando un valor al bosque como servicio ambiental ya sea por la captura de carbono, recursos hídricos, biodiversidad y belleza escénica.

Pensando en diversificar las entradas económicas de los campesinos es como CARE implemento en Guatemala en 1,974 un Proyecto Agroforestal (PAF) pero no fue hasta que en 1,999 los resultados del PAF permitieron que la empresa Applied Energy Services (AES) se interesara en financiar el proyecto MIBOSQUE, el cual fue seleccionado por su potencial de compensar cantidades significativas de emisiones de carbono, por el apoyo y participación local, por la habilidad de atraer fondos adicionales, y por la experiencia de implementación de CARE. AES firmó un Memorando de Acuerdo con CARE para un período de diez años a partir del año 2000 al año 2009 en donde se tiene de fijar y almacenar 5.2 millones de toneladas de carbono.

Para cumplir los objetivos planteados por el proyecto MI BOSQUE, CARE decide firmar un convenio de cooperación con la Universidad del Valle de Guatemala (Centro de Estudios Ambientales –CEA-UVG) para que pueden prestar los servicios técnicos y elaborar los informes sobre el carbono que se tiene fijado en bosques naturales, principalmente de los departamentos de Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

Dentro del primer informe realizado por la Universidad del Valle de Guatemala se reporta que en los 18 bosques evaluados durante el año 2,004 se estima una cantidad de 801,544 toneladas de carbono.

El segundo informe se realizo con los datos de campo tomados en el 2005-2006, en esta ocasión el proyecto fue financiado por AGROCYT (No. 051-

2004). Para este reporte se estudiaron 25 bosques y 2 sistemas agroforestales obteniendo un total de 309,246 toneladas de carbono. Dentro del mismo proyecto se generaron 3 ecuaciones de biomasa (Roble o Encino (*Quercus sp.*), Aliso (*Alnus sp.*) y para Salvia (*Buddleia megalcephala*)), muy valiosas a nivel nacional.

Con ambos reportes podemos mencionar que en una mínima parte de los bosques de los departamentos anteriormente mencionados se tienen capturadas aproximadamente 1.2 millones de toneladas de carbono, por lo que si extrapolamos tomando en cuenta la densidad del resto del bosque por departamento la cantidad mencionada aumenta significativamente.

Con el objetivo de llegar a las 5.2 millones de toneladas de carbono es que en el 2007 por parte de CARE se prueba el presupuesto para evaluar 10 nuevos bosques y visitar 5 de los primeros bosques para analizar los cambios ocurridos en el transcurso de 4 años, ya que estos últimos fueron visitados a principios del 2008.

En este tercer reporte se podrán encontrar los resultados obtenidos y la comparación de los bosques revisitados, algunas conclusiones y recomendaciones acerca de las actividades realizadas dentro del marco de dicho proyecto.

2) METODOLOGIA

2.1. Selección de Sitios

Los 15 bosques seleccionados en los departamentos de influencia de cobertura del proyecto MIBOSQUE para este estudio se resumen en la Tabla 1 y 2.

Básicamente estos fueron seleccionados por CARE y la oficina forestal municipal, basándose en las condiciones de pobreza que afecta a la población, aceptación e interés de la población por la conservación los recursos naturales, potencial de desarrollo y por ser áreas de vocación forestal, zonas de captación hídrica o remanentes de bosques en dichas áreas.

Tabla 1. Listado de los bosques trabajados con fines de monitoreo de Carbono, año 2007.

| No. | Nombre del Bosque | Municipio | Departamento | Tenencia de la tierra ¹ |
|-----|-------------------|------------------------|----------------|------------------------------------|
| 1 | Leones | Santa Maria Chiquimula | Totonicapán | Comunal |
| 2 | Xebé | Santa Maria Chiquimula | Totonicapán | Comunal |
| 3 | Chuiyac | Totonicapán | Totonicapán | Comunal |
| 4 | Leoncitos | Santa Maria Chiquimula | Totonicapán | Privado |
| 5 | San Rafael 1 | Tacaná | San Marcos | Comunal |
| 6 | San Rafael 2 | Tacaná | San Marcos | Comunal |
| 7 | Tocanaque | Tacaná | San Marcos | Comunal |
| 8 | Sanajabá 1 | Tacaná | San Marcos | Comunal |
| 9 | Sanajabá 2 | Tacaná | San Marcos | Comunal |
| 10 | Paxoj | Cabricán | Quetzaltenango | Comunal |

Tabla 2. Listado de los bosques trabajados con el fin de evaluar cambios sufridos durante un periodo de 4 años (2004-2008). "Bosques de revisita".

| No. | Nombre del Bosque | Municipio | Departamento | Tenencia de la tierra |
|-----|-------------------|-------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | Txemuji | Huitán | Quetzaltenango | Municipal |
| 2 | Ojo de Agua | Cabricán | Quetzaltenango | Municipal |
| 3 | Cebollin | Cabricán | Quetzaltenango | Municipal |
| 4 | Las Ventanas | San Jose Ojetenam | San Marcos | Municipal |
| 5 | Guadalupe | San Jose Ojetenam | San Marcos | Municipal |

¹ Tipo de tenencia: Bosque comunal se refiere a los bosques administrados por una o varias comunidades. Bosque municipal constituye un área bajo administración municipal, aunque los beneficiarios sean personas de una o más comunidades.

2.2. Mapeo y distribución de parcelas al azar

Para esta tercera fase del monitoreo de carbono en bosques, las oficinas forestales ya contaban con los polígonos de la mayoría de los bosques a su cargo. Esto gracias al apoyo de técnicos de CARE con quienes se realizó la medición y elaboración de mapas indicando los límites de los bosques.

Por parte del Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala al contar con los polígonos ya digitalizados se procedió a diseñar el muestreo con parcelas al azar utilizando software especializado como Arc GIS 9.2 y SAS.

Para poder realizar este proceso los factores principales considerados fueron la anuencia comunal y/o municipal y su importancia para el municipio.

2.3. Materiales y Equipo Utilizado

- Material cartográfico (fotografías aéreas, hojas cartográficas, imágenes satelitales)
- Software especializados (ARC GIS 9.2, SPSS)
- Sistema de geoposicionamiento global (GPS)
- Brújulas
- Hipsómetros
- Cintas diamétricas
- Clinómetros
- Cintas métricas
- Vernier (calibrador)
- Balanzas de resorte (100g, 1kg, 5kg, 20kg y 200g)
- Cilindros para muestreo de suelos
- Tijeras para podar
- Sierras de arco
- Bolsas de nylon
- Etiquetas
- Balanzas de precisión (electrónicas)
- Recipientes plásticos para secado de muestras
- Bolsas de papel
- Horno de convección

2.4. Diseño de la medición de carbono forestal.

La metodología adoptada para el presente proyecto es el resultado de la experiencia previa de diferentes autores quienes han afinado las técnicas de muestreo a lo largo de los años dependiendo del nivel de detalle y de los recursos existentes, principalmente tiempo y dinero. Es ejemplo de ellos los estudios realizados por Brown (1996), Brown *et al.* (1989), Márquez (s.f.), Lee (2002), Córdova (2002), Arreaga (2002), Quilo (2006), entre otros.

Para cada bosque se aplicó una intensidad de muestreo que varió de 0.1% a 10% del total del área según la superficie de cada bosque. Se utilizaron parcelas circulares anidadas distribuidas al azar en cada bosque con el propósito de estimar la biomasa de los diferentes estratos. Se usa entonces el

factor de 0.5 ampliamente utilizado en proyectos de este tipo para convertir valores de biomasa seca en el carbono. El valor total de carbono de cada parcela es entonces dividido por el área de la misma para calcular densidad de carbono, es decir, toneladas de carbono por hectárea. Este valor es multiplicado por el área del bosque para obtener el valor de toneladas totales de carbono en el área del bosque. Finalmente, los valores de toneladas de carbono de todos los bosques medidos son sumados para obtener el gran total de toneladas de carbono disponibles en los bosques evaluados.

2.5. Ejecución del Inventario de carbono en bosques comunales y municipales

El equipo técnico de las oficinas municipales en conjunto con el equipo técnico de campo del Centro de Estudios de la Universidad del Valle de Guatemala, ejecutaron jornadas de medición y captura de información de acuerdo al diseño de monitoreo a aplicar para cada bosque. La información capturada fue ingresada a formatos del programa Excel y SPSS ya que el software de CARFOR diseñado para realizar los cálculos necesarios está en la fase de actualización.

A continuación se detallan las actividades realizadas en el inventario de carbono:

2.5.1. Inventario Forestal

El proceso del inventario forestal consistió primeramente en estratificar cada uno de los bosques. Dicha estratificación se realizó en base a fotografías aéreas, en donde se clasificó el bosque en base a la densidad del mismo.

El tamaño de la muestra dependió de criterios como tamaño y variabilidad del bosque. La distribución de las parcelas fue al azar basándose en un mapa temático donde se identificó el área efectiva de bosque (área del proyecto). Dentro del área del proyecto se generaron puntos al azar usando una extensión del software Arc GIS, el cual ubicó las coordenadas de las parcelas a medir a través de un geoposicionador global (GPS).

Para esta ocasión (3ra fase) se realizaron 3 distintos tamaños de parcelas, con el fin de evaluar posteriormente si la variabilidad de los resultados disminuía o no. Una de ellas es la de tamaño típico (10mts de radio) y las otras fueron de 15 y 18 metros de radio para abarcar un área de 707mts² y 1,018mts², respectivamente.

Del inventario forestal se obtuvieron las variables alométricas primarias: diámetro a la altura del pecho (DAP) medido directamente a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, altura estimada total del individuo y nombre de la especie. Simultáneamente, se obtuvieron los datos generales de la unidad de muestreo según se muestra en la boleta de campo (véase apéndice). La figura 1 muestra el aspecto general de las unidades de muestreo para la medición de carbono.

El muestreo comprendió la incorporación de sub-parcelas anidadas dentro de la parcela grande de la siguiente forma: para el muestreo de fustales (individuos mayores a 10 cm dap) se utilizó la parcela de 10, 15 y 18 metros de radio, para arbustos y latizales (individuos entre 1 y 9.9 cm dap) la parcela de 3

metros de radio, y para el registro de maleza y brinzales (individuos con 0.3 m de diámetro y 1.5 m de altura) la parcela de 1m de radio.

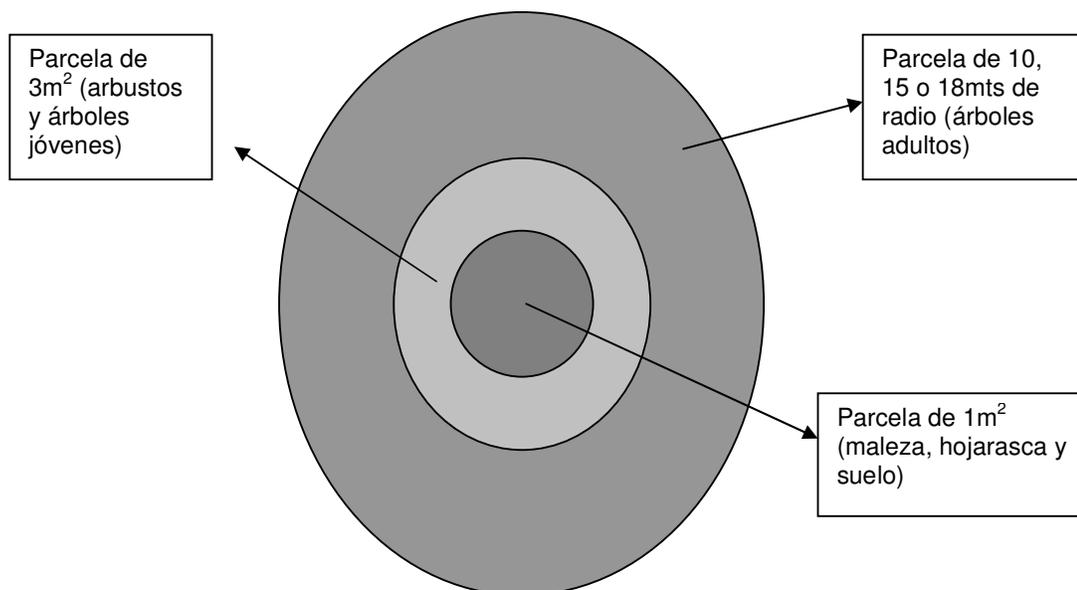


Figura No. 1. Modelo de unidad de muestreo para el registro de variables en un inventario de carbono.

El diseño de la unidad de muestreo anterior fue utilizada para los 10 bosques nuevos, sin embargo, para los 5 bosques que fueron revisitados se utilizaron parcelas cuadradas de 25 x 10m para árboles, de 5 x 5m para arbustos y de 1 x 1m para la maleza, hojarasca y suelo, misma metodología utilizada en el 2,004.

2.5.2. Estimación de Biomasa en Campo

a) *Vegetación arbórea y arbustos*

Dentro de cada subparcela, se seleccionó al azar de 1-2 individuos de arbustos que fueron tumbados con el fin de determinar su peso total en campo.

Para el caso de los individuos arbóreos principalmente para la especie de Coníferas, se utilizaron las ecuaciones de biomasa genéricas especificadas por Brown (1996).

b) *Maleza, hojarasca y suelo*

En la parcela de 0.6 metros de radio, tuvo lugar el muestreo de maleza, hojarasca y suelo (Figura 1). Para el caso de la maleza y hojarasca, se colectó el total del material y fue pesado en campo. Este material fue homogenizado para seleccionar una submuestra para la estimación de la materia seca.

El muestreo del suelo se realizó en un punto seleccionado al azar dentro de la parcela pequeña y consistió en introducir en el suelo un cilindro con volumen conocido tratando de abarcar únicamente los 10 cm superficiales.

Por cada punto de muestreo de suelos, se colectó dentro del cilindro la muestra necesaria para la determinación de su densidad aparente y el análisis de laboratorio de materia orgánica y carbono orgánico.

2.5.3. Análisis de Muestras y Carbono Orgánico en el Suelo en Laboratorio para Estimación de Biomasa Seca

a) Materia seca del Material Vegetal

La determinación del porcentaje de materia seca en laboratorio consistió en someter las muestras a una temperatura de 50 a 60^o C por el tiempo necesario para obtener un peso constante en un horno de convección. Se registró el peso antes y después del secado y su cociente constituyó la materia seca según la siguiente ecuación:

$$\mathbf{MS = PS/PH} \qquad \mathbf{(Ecuación 1)}$$

donde: MS = materia seca de la muestra ; PS = Peso seco de la muestra (g); PH = Peso húmedo de la muestra (g).

La conversión de peso en campo a biomasa está dada por la ecuación 2 de la siguiente forma:

$$\mathbf{BT = PHc \times MS} \qquad \mathbf{(Ecuación 2)}$$

Donde: BT = Biomasa Seca (Kg.) de la hojarasca, maleza o árboles; PHc = Peso húmedo total registrado en campo (Kg.); MS = materia seca de la muestra.

b) Suelo

Para determinar la densidad de la fracción fina del suelo, se secaron las muestras al aire durante 48 horas. Posteriormente se pasó la muestra por un tamiz No. 10 para separar la fracción fina de las rocas, se registró peso de cada fracción en laboratorio para que junto al volumen ya determinado del cilindro, se obtuviera el valor de la densidad aparente del suelo

$$\mathbf{D.ap. = PSH / Vol} \qquad \mathbf{(Ecuación 3)}$$

Donde: D.ap. = Densidad aparente del suelo (g/cc); PSH = Peso seco de la fracción fina (g); Vol = Volumen del cilindro (cc).

En lo que se refiere a la determinación del contenido de carbono orgánico de las muestras de suelo. Para este monitoreo se utilizó una tecnología nueva y de mayor precisión para proporcionar el porcentaje de carbono (%C), dicho aparato está instalado en el laboratorio del Centro de Estudios Ambientales (CEA-UVG) el cual en comparación con el método

antiguo (Wakley-Black) el resultado de cada muestra es obtenido en menor tiempo (6min), además de reducir los desechos tóxicos en tan solo unos gramos de ceniza.

Finalmente, la ecuación a utilizar para obtener los datos de toneladas de carbono en el suelo es la siguiente:

$$Cs = \text{Prof.} \times \text{D.ap.} \times \%C.O. \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde: Cs = Carbono total en el suelo en los primeros 10 cm de suelo (Ton C/ha); Prof. = Profundidad del muestreo (cm); D.ap. = Densidad aparente (g/cm^3); %C.O. = Contenido porcentual de carbono orgánico en el suelo.

c) Fracción de carbono

Se utilizó un valor de 0.5 para convertir la biomasa seca a carbono. El carbono calculado para cada parcela (en kg) se dividió por el área de la parcela (en m^2). El valor calculado de kg/m^2 se convierte a Ton/ha multiplicando por 10. Estos cálculos son hechos automáticamente por el software CARFOR.

3) RESULTADOS

A continuación se presentan en las siguientes tablas los resultados individuales para cada uno de los 15 bosques muestreados. Como primer instancia se mostrarán las tablas de resultados de los 5 bosques que fueron revisitados además de una pequeña discusión acerca de los cambios identificados.

También se presenta una tabla que resume los principales resultados para cada uno de estos bosques. Esta tabla muestra adicionalmente los resultados globales para todos los bosques incluidos en este estudio.

Resultados de los Bosques Revisita 2,004 - 2,008

Tabla 3.

Resultados de contenido de carbono por parcela en el bosque Las Ventanas,
Municipio de San José Ojetenam, Departamento de San Marcos. Año 2,008.

| BOSQUE: Las Ventanas | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| ÁREA (ha.): | 203.15 | | | | | |
| ESTRATO: 1 | | | | | | |
| | Arboles TC/Ha | Arbustos TC/Ha | Maleza TC/Ha | Hojarasca TC/Ha | Suelo TC/Ha | Total TC/Ha |
| PARCELA: 1 | 230.15 | 0.00 | 0.00 | 5.90 | | 236.05 |
| PARCELA: 2 | 20.64 | 1.14 | 0.00 | 3.75 | | 25.53 |
| PARCELA: 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 52.37 | 52.37 |
| PARCELA: 4 | 1.67 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | | 3.17 |
| PARCELA: 5 | 80.94 | 0.00 | 0.00 | 2.58 | | 83.52 |
| PARCELA: 7 | 232.89 | 1.95 | 0.00 | 2.74 | | 237.58 |
| PARCELA: 8 | 352.60 | 3.00 | 0.00 | 1.19 | | 356.79 |
| PARCELA: 9 | 50.43 | 0.29 | 0.13 | 1.57 | | 52.42 |
| PARCELA: 10 | 0.00 | 0.13 | 0.78 | 0.00 | 48.93 | 49.84 |
| PARCELA: 11 | 49.17 | 0.00 | 0.00 | 2.47 | | 51.65 |
| PARCELA: 12 | 0.00 | 5.08 | 1.14 | 0.00 | | 6.23 |
| PARCELA: 13 | 0.00 | 0.37 | 0.82 | 0.00 | | 1.19 |
| PARCELA: 14 | 326.48 | 0.00 | 0.00 | 6.25 | 17.78 | 350.52 |
| PARCELA: 15 | 526.79 | 0.89 | 0.00 | 2.81 | | 530.49 |
| PARCELA: 16 | 0.00 | 0.37 | 1.32 | 0.00 | | 1.69 |
| PARCELA: 17 | 73.47 | 1.14 | 0.00 | 2.59 | | 77.21 |
| PARCELA: 18 | 11.61 | 0.75 | 1.34 | 0.88 | | 14.58 |
| PARCELA: 19 | 111.34 | 0.00 | 0.00 | 3.63 | 18.60 | 133.57 |
| PARCELA: 20 | 1.00 | 0.00 | 1.72 | 2.92 | | 5.64 |
| PARCELA: 21 | 135.62 | 0.40 | 0.10 | 0.59 | | 136.71 |
| PARCELA: 22 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 1.22 | 39.77 | 41.11 |
| PARCELA: 23 | 120.80 | 0.00 | 0.00 | 0.85 | | 121.65 |
| PARCELA: 55 | 6.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 6.27 |
| Promedio | 101.39 | 0.68 | 0.39 | 1.82 | 35.49 | 139.77 |
| Desviación Estándar | 141.76 | 1.22 | 0.60 | 1.85 | 16.45 | 142.73 |
| Carbono total para el bosque: 28,393.64 Toneladas de Carbono (tC) | | | | | | |

Para poder comparar el cambio en el contenido de carbono en el bosque Las Ventanas, y en los demás bosques revisitados debemos de tomar en cuenta que en varias ocasiones no se logró llegar al mismo sitio que el muestreado en el 2,004 por lo que partiendo de allí podemos identificar cambios en los resultados.

Para el bosque de Las Ventanas uno de los factores ha mencionar es que para el año 2,004 se muestreadas en el bosque un total de 22 parcelas, mientras que en el 2008 fueron 23.

Ya realizando la comparación entre ambos años (2,004-2,008) podemos encontrar una disminución en las toneladas de carbono por hectárea (-38.45 ha) que corresponden a un -21.57% del carbono almacenado en el año 2004 (ver informe Fase I o tabla 6 y 7).

Es de gran importancia conocer que los mayores aportadores de carbono en el sistema son los árboles y el suelo. En este caso vemos que los árboles 2008 aumentaron su densidad de 9.62tC/Ha. Sin embargo, los componentes de arbustos, maleza, hojarasca y suelo bajaron su densidad haciendo que el resultado general fuera menor que el del 2,004.

Con respecto a la variabilidad de resultados tenemos densidades que van desde 1.19 hasta mas de 500 ton C/ha haciendo que la desviación estándar sea mayor que el promedio.

Tabla 4.

Resultados de contenido de carbono por parcela en el bosque Guadalupe, Municipio de San José Ojetenam, Departamento de San Marcos. Año 2,008.

| BOSQUE: Guadalupe | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ÁREA (ha.): | 31.13 | | | | | |
| ESTRATO: 1 | | | | | | |
| Parcela | Arboles TC/Ha | Arbustos TC/Ha | Maleza TC/Ha | Hojarasca TC/Ha | Suelo TC/Ha | Total TC/Ha |
| PARCELA: 1 | 134.21 | 0.44 | 0.00 | 3.41 | | 138.06 |
| PARCELA: 2 | 122.41 | 4.02 | 0.00 | 0.00 | 36.44 | 162.86 |
| PARCELA: 3 | 138.42 | 1.72 | 0.00 | 3.80 | | 143.95 |
| PARCELA: 4 | 56.45 | 3.27 | 0.00 | 2.74 | | 62.47 |
| PARCELA: 5 | 93.03 | 0.10 | 0.00 | 3.61 | | 96.73 |
| PARCELA: 6 | 140.39 | 0.00 | 0.00 | 3.09 | | 143.48 |
| PARCELA: 7 | 71.02 | 4.65 | 0.00 | 2.71 | | 78.38 |
| PARCELA: 8 | 155.17 | 5.71 | 0.00 | 1.77 | | 162.65 |
| PARCELA: 9 | 142.40 | 0.03 | 0.00 | 3.87 | | 146.31 |
| PARCELA: 10 | 99.94 | 0.01 | 0.00 | 0.44 | | 100.38 |
| PARCELA: 11 | 100.27 | 0.00 | 0.00 | 3.60 | | 103.87 |
| PARCELA: 12 | 165.11 | 0.01 | 0.00 | 0.66 | 8.50 | 174.28 |
| PARCELA: 13 | 164.45 | 3.92 | 0.00 | 1.55 | 20.89 | 190.80 |
| Promedio | 121.79 | 1.84 | 0.00 | 2.40 | 21.94 | 147.97 |
| Desviación Estándar | 34.91 | 2.16 | 0.00 | 1.37 | 14.00 | 37.70 |
| Carbono total para el bosque: 4,606.40 Toneladas de Carbono (tC) | | | | | | |

En el bosque Guadalupe, también se experimentó una *disminución* del total de tonelaje por hectárea, con respecto al año 2004. En este bosque el número de parcelas muestreadas fue exactamente el mismo (13 parcelas), por lo que las diferencias entre tonelaje y desviación estándar dependen estrictamente de la forma o variaciones en el muestreo de ambos años. Es decir, que la disminución puede ser producto de un aprovechamiento del bosque así como la toma de datos del 2008 en áreas no correspondientes a las del 2004. La disminución de ton C/ha fue menor en cantidad de ton que en el bosque Las Ventanas, sin embargo el % con respecto al tonelaje del año 2004 fue casi idéntico (21.47%). En el presente año, se encontraron 40.46 ton C/ha menos (en promedio) que las estimadas en el año 2004.

Lo positivo de este bosque es la disminución considerable de la desviación estándar, la cual en el 2008 fue de 37.70 ton C/ha, ya que el intervalo de ton C va desde los 60 hasta los 190 ton C/ha, lo que hace mucho más baja esta variación en comparación a las 132.86 ton C/ha del año 2004.

En los únicos componentes donde se presencié un aumento de tonelaje fueron en Arbustos y Suelo. En este bosque solamente en 3 de las 13 parcelas realizadas se tomaron datos de carbono de suelo, por lo que pueda ser que el dato dado no sea tan representativo. Sin embargo, el tonelaje es el doble que el obtenido en el 2004.

Tabla 5.

Resultados de contenido de carbono por parcela en el bosque Txemuj, Municipio de Huitán, Departamento de Quetzaltenango. Año 2,008.

| BOSQUE: Txemuj | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| ÁREA (ha.): | 315.96 | | | | | |
| ESTRATO: 1 | | | | | | |
| | Arboles TC/Ha | Arbustos TC/Ha | Maleza TC/Ha | Hojarasca TC/Ha | Suelo TC/Ha | Total TC/Ha |
| PARCELA: 1 | 237.83 | 0.00 | 0.18 | 1.67 | | 239.68 |
| PARCELA: 2 | 80.90 | 0.00 | 0.30 | 0.25 | | 81.45 |
| PARCELA: 3 | 743.26 | 0.00 | 0.34 | 2.09 | 46.06 | 791.75 |
| PARCELA: 4 | 102.90 | 0.78 | 0.00 | 5.32 | 48.70 | 157.70 |
| PARCELA: 5 | 196.29 | 0.00 | 0.00 | 1.31 | | 197.60 |
| PARCELA: 6 | 134.07 | 0.00 | 0.00 | 6.11 | | 140.18 |
| PARCELA: 7 | 506.66 | 2.08 | 2.81 | 4.57 | | 516.12 |
| PARCELA: 11 | 105.26 | 0.00 | 0.00 | 6.41 | | 111.67 |
| PARCELA: 12 | 414.21 | 0.00 | 0.43 | 2.40 | 60.64 | 477.67 |
| PARCELA: 13 | 153.35 | 2.20 | 0.10 | 32.36 | | 188.01 |
| PARCELA: 14 | 459.19 | 2.01 | 2.43 | 5.65 | | 469.29 |
| PARCELA: 15 | 634.39 | 0.70 | 1.58 | 14.02 | | 650.68 |
| PARCELA: 17 | 102.45 | 0.00 | 4.15 | 0.00 | | 106.60 |
| PARCELA: 19 | 241.16 | 0.01 | 2.43 | 0.00 | | 243.59 |
| PARCELA: 20 | 73.04 | 0.07 | 0.40 | 2.09 | | 75.61 |
| PARCELA: 21 | 66.15 | 0.09 | 2.03 | 1.66 | 26.98 | 96.91 |
| PARCELA: 23 | 188.12 | 0.07 | 0.63 | 0.68 | | 189.50 |
| PARCELA: 24 | 321.29 | 0.23 | 0.64 | 0.33 | | 322.49 |
| PARCELA: 27 | 242.32 | 0.62 | 0.00 | 4.75 | | 247.70 |
| PARCELA: 28 | 146.34 | 0.00 | 1.59 | 0.00 | | 147.94 |
| Promedio | 257.46 | 0.44 | 1.00 | 4.58 | 45.59 | 309.08 |
| Desviación Estándar | 196.04 | 0.76 | 1.20 | 7.36 | 13.93 | 196.68 |
| Carbono total para el bosque: 97,657.74 Toneladas de Carbono (tC) | | | | | | |

Al igual que en el bosque anterior, en el bosque Txemuj se muestrearon en el año 2008 el mismo número que en el año 2004 con la única diferencia de que en el último muestreo se tomaron las parcelas 27 y 28 en lugar de las parcelas numero 8 y 9, tomadas en el año 2004.

El bosque Txemuj presentó una *disminución* en el tonelaje de carbono almacenado por hectárea y por ende las toneladas C totales en todo el bosque. La cantidad de carbono encontrado por ha (en promedio) disminuyó de 370.3 ton C/ha en el 2004 a 309.8 ton C/ha, lo que representa una pérdida de -61.22 ton C/ha.

Dentro de los 5 bosques que fueron analizados para detectar cambios el bosque de Txemuj es el que representa la mayor pérdida de carbono/ha (en toneladas); sin embargo, a pesar de este dato tan alto, es el bosque que experimentó la menor tasa de disminución de toneladas totales (16.53%) comparado con el año anterior. Además se obtuvo una menor desviación estándar.

Tomando en cuenta que para el año 2004 no se tenían datos de hojarasca, maleza y suelos, la disminución del contenido de carbono esta concentrada en el componente arbóreo y arbustivo. Con esto podemos deducir que el bosque ha tenido una mayor intervención y que actualmente las áreas de muestreo presentan menor densidad arbórea que en el muestreo previo. En el año 2004 el componente arbóreo representó el 98.5% del total de carbono encontrado en el bosque, sin embargo, para el 2008 solo un 83.3%.

Tabla 6.
Resultados de contenido de carbono por parcela en el bosque Cebollín,
Municipio de Cabricán, Departamento de Quetzaltenango. Año 2,008.

| BOSQUE: Cebollín | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ÁREA (ha.): | 22.57 | | | | | |
| ESTRATO: 1 | | | | | | |
| Parcela | Arboles TC/Ha | Arbustos TC/Ha | Maleza TC/Ha | Hojarasca TC/Ha | Suelo TC/Ha | Total TC/Ha |
| PARCELA: 1 | 242.63 | 2.54 | 0.76 | 2.68 | | 248.62 |
| PARCELA: 2 | 64.41 | 5.78 | 0.00 | 2.96 | | 73.14 |
| PARCELA: 3 | 203.62 | 1.89 | 0.83 | 4.87 | | 211.21 |
| PARCELA: 4 | 152.09 | 0.67 | 0.00 | 4.30 | 19.13 | 176.19 |
| PARCELA: 5 | 127.92 | 0.00 | 0.79 | 4.40 | | 133.12 |
| PARCELA: 9 | 163.58 | 0.00 | 0.00 | 1.27 | 13.30 | 178.14 |
| PARCELA: 10 | 195.84 | 0.00 | 0.00 | 4.10 | | 199.93 |
| PARCELA: 11 | 188.25 | 0.00 | 0.00 | 2.10 | | 190.35 |
| PARCELA: 12 | 246.85 | 2.04 | 0.00 | 2.87 | | 251.76 |
| PARCELA: 13 | 70.94 | 0.00 | 0.00 | 3.18 | | 74.13 |
| PARCELA: 14 | 194.71 | 0.00 | 0.68 | 3.91 | | 199.30 |
| PARCELA: 15 | 92.65 | 15.49 | 0.86 | 2.14 | | 111.14 |
| Promedio | 161.96 | 2.37 | 0.33 | 3.23 | 16.21 | 184.10 |
| Desviación Estándar | 61.96 | 4.48 | 0.41 | 1.10 | 4.12 | 62.27 |
| Carbono total para el bosque: 4,155.05 Toneladas de Carbono (tC) | | | | | | |

En cuanto al bosque Cebollín, el número de parcelas muestreadas en ambos años fue el mismo, sin embargo existe una diferencia en dichas parcelas muestreadas, ya que en el año 2008 fueron muestreadas las parcelas 13, 14 y 15 en lugar de las 7, 8 y 9 muestreadas en el año 2004.

El bosque Cebollín, al igual que todos hubo una disminución en el tonelaje de carbono en el año 2008 con respecto a mostrado en el año 2004, el cual cayo de 243.83 ton C/ha (2004) a 184.1 ton C/ha, lo cual representa una disminución del 24.5%, equivalente a 59.73 ton C/ha pérdidas en el transcurso de los 4 años. En cuanto a la desviación estándar, esta disminuyó de 79.63 a 62.27 ton C/ha.

En cuanto a la distribución del tonelaje en los diferentes componentes del bosque, se observa que la cantidad de carbono encontrado en el estrato arbóreo se mantiene constante (con un poco mas de 160 ton C/ha), por lo que el decremento de carbono en este bosque se encuentra principalmente en los componentes de hojarasca y suelo, cuya sumatoria totaliza 53.74 ton C/ha perdidas en dichos componentes, lo cuales representan el 90% de carbono total perdido en el bosque.

Tabla 7.
Resultados de contenido de carbono por parcela en el bosque Ojo de Agua,
Municipio de Cabricán, Departamento de Quetzaltenango. Año 2,008.

| BOSQUE: Ojo de Agua | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| ÁREA (ha.): | 56.49 | | | | | |
| ESTRATO: 1 | | | | | | |
| | Arboles TC/Ha | Arbustos TC/Ha | Maleza TC/Ha | Hojarasca TC/Ha | Suelo TC/Ha | Total TC/Ha |
| PARCELA: 1 | 145.71 | 6.05 | 0.00 | 5.40 | | 157.17 |
| PARCELA: 2 | 189.11 | 0.85 | 0.00 | 5.73 | | 195.69 |
| PARCELA: 4 | 157.18 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | | 157.36 |
| PARCELA: 5 | 241.18 | 3.04 | 0.00 | 7.29 | | 251.51 |
| PARCELA: 6 | 81.37 | 0.28 | 0.00 | 6.02 | | 87.67 |
| PARCELA: 7 | 218.24 | 1.81 | 0.00 | 9.57 | | 229.62 |
| PARCELA: 10 | 403.63 | 0.31 | 0.00 | 8.70 | 43.79 | 456.44 |
| PARCELA: 11 | 192.15 | 1.56 | 0.00 | 4.09 | | 197.81 |
| PARCELA: 12 | 255.44 | 0.25 | 0.00 | 13.47 | 16.35 | 285.52 |
| PARCELA: 13 | 125.81 | 1.20 | 0.00 | 8.08 | 49.01 | 184.10 |
| PARCELA: 17 | 162.59 | 1.45 | 0.00 | 7.78 | | 171.82 |
| PARCELA: 19 | 330.41 | 0.81 | 0.00 | 4.18 | | 335.39 |
| PARCELA: 24 | 232.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 232.52 |
| PARCELA: 25 | 111.73 | 5.02 | 0.00 | 6.11 | | 122.85 |
| Promedio | | | | | | |
| | 203.36 | 1.63 | 0.00 | 6.17 | 36.39 | 247.55 |
| Desviación Estándar | | | | | | |
| | 86.91 | 1.86 | 0.00 | 3.55 | 17.54 | 88.76 |
| Carbono total para el bosque: 13,984.08 Toneladas de Carbono (tC) | | | | | | |

El último de los casos, Bosque Ojo de Agua, se realizó una parcela más comparadas con las del 2004 por lo que teóricamente esta última medición realizada podría ayudar a mejorar la variabilidad de resultados. Por otro lado existe una variación en las parcelas muestreadas en el año 2008. Debido a que tiene una parcela más muestreada, se han tomado en este año las parcelas # 2, 19 y 25 en lugar de las # 23 y 26 del año 2004.

El bosque Ojo de Agua es el UNICO bosque donde se presenta un *Aumento* en el tonelaje de carbono por ha y tonelaje total con respecto al año 2004. Este incremento fue de *84.24 ton C/ha*, lo que representa un aumento del *51.58%* con respecto a la cantidad inicial (2004).

Un factor que influye en este mayor tonelaje es la ausencia de cuantificación de carbono para los componentes de maleza, hojarasca y suelo en el año 2004.

Sin embargo, la diferencia en dichos componentes en el año 2008 es aproximadamente 20 ton C que solamente es el 24% de la diferencia total.

Con lo anterior se puede asumir que el aumento se da principalmente en el componente arbóreo, el cual oscila casi en las 50 ton C/ha, indicándonos que existe actualmente una mayor porción de bosque en estado de regeneración.

Se puede tomar al bosque Ojo de Agua como un escenario ideal en el presente estudio, y puede ser una muestra de un muy buen manejo de los recursos por parte de la municipalidad y comunidades cercanas. Aquí no solo se presenta un aumento significativo en el tonelaje de carbono si no que también existe una disminución considerable en la desviación estándar la cual baja de 193.8 tonC/ha en el 2004 (que incluso es mayor que la media) a 88.76 tonC/ha en el año 2008, lo cual nos deja una mayor confianza de que las mediciones realizadas en el bosque tienen una mayor representación y credibilidad.

Tabla 8 y 9.

Resumen del tonelaje de Carbono por hectárea y total en cada uno de los bosques y sus diferencias entre los años de 2004 y 2008.

| 2004 | | | | | | |
|------|--------------|-----------------|------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| No. | Bosque | Numero Parcelas | Área (ha.) | Densidad de carbono ton C/ha | Contenido Carbono ton C | Desviación estándar ton C |
| 1 | Las Ventanas | 22 | 203.15 | 178.22 | 36205 | 31980 |
| 2 | Guadalupe | 13 | 31.13 | 188.43 | 5866 | 4136 |
| 3 | Txemuj | 20 | 315.96 | 370.3 | 117000 | 72787 |
| 4 | Cebollín | 12 | 22.57 | 243.83 | 5503 | 1797 |
| 5 | Ojo de Agua | 13 | 56.49 | 163.31 | 9225 | 10950 |

| 2008 | | | | | | |
|------|--------------|-----------------|------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| No. | Bosque | Numero Parcelas | Área (ha.) | Densidad de carbono ton C/ha | Contenido Carbono ton C | Desviación estándar ton C |
| 1 | Las Ventanas | 23 | 203.15 | 139.77 | 28394 | 28996 |
| 2 | Guadalupe | 13 | 31.13 | 147.97 | 4606 | 1174 |
| 3 | Txemuj | 20 | 315.96 | 309.08 | 97657 | 62143 |
| 4 | Cebollín | 12 | 22.57 | 184.1 | 4155 | 1405 |
| 5 | Ojo de Agua | 14 | 56.49 | 247.55 | 13984 | 5014 |

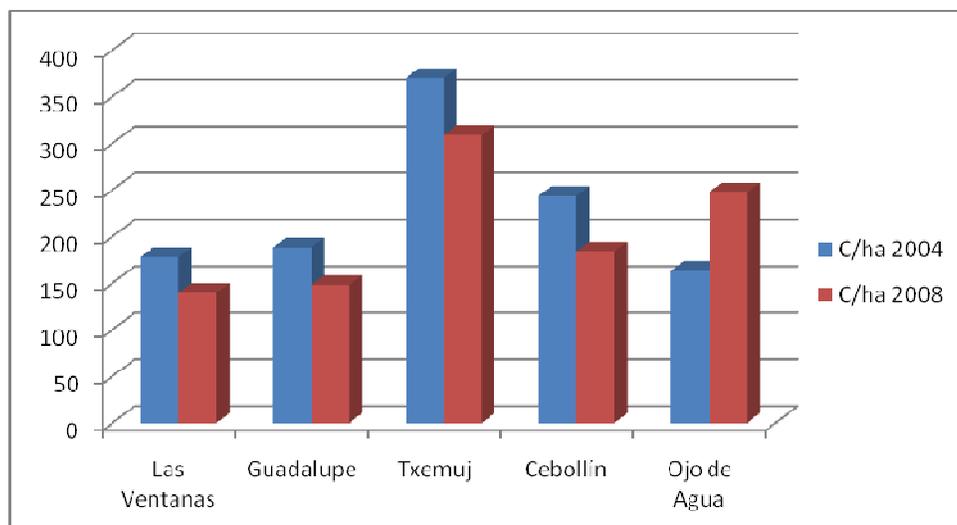
Tabla 8.

Quantificación del cambio de Stock de carbono en Has y en % entre los años de 2004 y 2008

| Bosque | C/ha 2004 | C/ha 2008 | Difer. (ha) | Difer. (%) |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Las Ventanas | 178.22 | 139.77 | -38.45 | -21.57 |
| Guadalupe | 188.43 | 147.97 | -40.46 | -21.47 |
| Txemuj | 370.30 | 309.08 | -61.22 | -16.53 |
| Cebollín | 243.83 | 184.10 | -59.73 | -24.50 |
| Ojo de Agua | 163.31 | 247.55 | 84.24 | 51.58 |
| TOTALES | 1144.09 | 1028.47 | -115.62 | -10.11 |

Gráfica 1.

Comparación de la densidad de carbono (tC/ha) estimada para el año 2,004 y 2,008.



Resultados de los 10 nuevos bosques (2,008)

Tabla 9. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque Los Leones, Santa María Chiquimula, Totonicapán. Año 2008.

Area del Bosque: 411.51 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 131,991.88 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES tC/ha | ARBUSTOS tC/ha | MALEZA tC/ha | HOJARASCA tC/ha | SUELOS tC/ha | TOTAL tC/ha |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | 264.47 | 4.18 | 0 | 18.54 | 41.04 | 328.23 |
| 2 | 0 | 0 | 1.2 | 4.74 | 43.36 | 49.3 |
| 3 | 0 | 4.95 | 0 | 14.5 | 24.05 | 43.5 |
| 4 | 0 | 0.38 | 0 | 19.33 | | 19.71 |
| 5 | 0 | 4.7 | 0 | 17.09 | 17.66 | 39.45 |
| 6 | 821.16 | 2.49 | 0 | 14.7 | 18.72 | 857.07 |
| 7 | 567.76 | 0.3 | 0.14 | 2.86 | 17.71 | 588.77 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1.48 | 23.9 | 25.38 |
| 9 | 1263.68 | 2.93 | 0 | 9.9 | 38.79 | 1315.3 |
| 10 | 0 | 3.07 | 0 | 17.44 | | 20.51 |
| 11 | 730.68 | 0 | 1.32 | 0 | | 732 |
| 12 | 0 | 2.07 | 0 | 19.52 | | 21.59 |
| 13 | 474.95 | 0 | 0.07 | 5.46 | | 480.48 |
| 14 | 37.49 | 0 | 0.88 | 5.48 | | 43.85 |
| 15 | 210.52 | 0 | 0 | 6.96 | | 217.48 |
| 16 | 395.19 | 1.65 | 1.08 | 0 | | 397.92 |
| 17 | 208.46 | 0.16 | 0 | 9.57 | | 218.19 |
| 18 | 1273.56 | 1.35 | 0.64 | 5.13 | | 1280.68 |
| 19 | 534.2 | 2.03 | 0 | 10.95 | | 547.18 |
| 20 | 111.24 | 0 | 1.14 | 14 | | 126.38 |
| 21 | 0 | 1.52 | 0 | 18.13 | | 19.65 |
| 22 | 226.38 | 11.39 | 0 | 14.98 | | 252.75 |
| 23 | 124.66 | 1.66 | 0.46 | 5.25 | | 132.03 |
| 24 | 181.85 | 0.62 | 0.71 | 13.08 | | 196.26 |
| 25 | 126.32 | 3.97 | 0 | 13.88 | | 144.17 |
| 26 | 0 | 0.27 | 0 | 4.35 | | 4.62 |
| 27 | 637.83 | 1.17 | 0 | 8.75 | | 647.75 |
| 28 | 0 | 0.46 | 0 | 2.84 | | 3.3 |
| 29 | 0 | 3 | 0 | 6.6 | | 9.6 |
| 30 | 0 | 0.16 | 0 | 4.6 | | 4.76 |
| 31 | 0 | 0.13 | 0 | 6.1 | | 6.23 |
| 32 | 679.49 | 0.09 | 0 | 12.92 | | 692.5 |
| 33 | 266.77 | 0.62 | 0 | 1.46 | | 268.85 |
| 34 | 304.9 | 0.03 | 0 | 1.03 | | 305.96 |
| 35 | 927.01 | 0.01 | 0 | 8.57 | | 935.59 |
| 36 | 319.95 | 9.38 | 0 | 7.84 | | 337.17 |
| 37 | 0 | 0.1 | 0 | 4.81 | | 4.91 |
| 38 | 363.95 | 1.67 | 0 | 4.15 | | 369.77 |
| 39 | 110.25 | 0.26 | 0 | 2.28 | | 112.79 |
| 40 | 883.54 | 0.2 | 0 | 19.4 | | 903.14 |
| 41 | 127.6 | 2.4 | 0.59 | 17.07 | | 147.66 |
| 42 | 10.05 | 0.78 | 0 | 5.31 | | 16.14 |
| 43 | 853.74 | 0.01 | 0 | 4.2 | | 857.95 |

| | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| PARCELA | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 44 | 0 | 0.47 | 0 | 10.25 | | 10.72 |
| 45 | 255.33 | 0.58 | 2.25 | 5.67 | | 263.83 |
| 46 | 0 | 11.69 | 0.47 | 13.38 | | 25.54 |
| 47 | 304.03 | 4.63 | 0 | 2.21 | | 310.87 |
| 48 | 211.57 | 10.95 | 0 | 8.29 | | 230.81 |
| 49 | 0 | 1.73 | 0 | 3.64 | | 5.37 |
| 50 | 0 | 0.02 | 0 | 14.41 | | 14.43 |
| 51 | 0 | 3.36 | 0 | 13.39 | | 16.75 |
| 52 | 0 | 1.29 | 0 | 2.13 | | 3.42 |
| 71 | 275.91 | 0 | 0 | 0 | | 275.91 |
| 91 | 372.09 | 0 | 0 | 0 | | 372.09 |
| 151 | 133.25 | 0 | 0 | 0 | | 133.25 |
| 161 | 525.14 | 0 | 0 | 0 | | 525.14 |
| 191 | 1065.42 | 0 | 0 | 0 | | 1065.42 |
| 251 | 205.18 | 0 | 0 | 0 | | 205.18 |
| 351 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| 361 | 376.89 | 0 | 0 | 0 | | 376.89 |
| 431 | 777.73 | 0 | 0 | 0 | | 777.73 |
| 451 | 46.35 | 0 | 0 | 0 | | 46.35 |
| Promedio | 283.65 | 1.69 | 0.18 | 7.40 | 28.15 | 321.07 |
| Desv. Est. | 339.16 | 2.80 | 0.43 | 6.29 | 11.04 | 339.41 |

Nota: Todas la parcelas con tres números corresponden a: los dos primeros dígitos al número de parcela y el tercer dígito al estrato

Tabla 10. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque Xebé, Santa María Chiquimula, Totonicapán. Año 2008.

Area del Bosque: 172.10 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 54,665.84 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|---------|---------|----------|--------|-----------|--------|---------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 2061.91 | 1.54 | 0 | 1.03 | 35.57 | 2100.05 |
| 2 | 471.4 | 0 | 0 | 0 | 54.14 | 525.54 |
| 3 | 39.61 | 2.6 | 0.09 | 7.63 | 31.5 | 81.43 |
| 4 | 523.67 | 0 | 3.5 | 1.4 | 55.68 | 584.25 |
| 5 | 422.23 | 0 | 0 | 0 | 25.49 | 447.72 |
| 6 | 132.98 | 0 | 0 | 2.64 | 26.29 | 161.91 |
| 7 | 918.81 | 0.01 | 0 | 1.63 | 66.67 | 987.12 |
| 8 | 486.4 | 0 | 0 | 0.67 | 28.6 | 515.67 |
| 9 | 65.86 | 0 | 0 | 3.67 | 45.74 | 115.27 |
| 10 | 221.32 | 0 | 0 | 0 | 35.21 | 256.53 |
| 11 | 412.4 | 0.12 | 0 | 0.81 | 25.01 | 438.34 |
| 12 | 682.12 | 0.07 | 0 | 0.86 | 25.29 | 708.34 |
| 13 | 443.88 | 0 | 0.96 | 1.95 | | 446.79 |
| 14 | 110.59 | 0.15 | 0 | 0.57 | | 111.31 |
| 15 | 431.88 | 0 | 0 | 0 | | 431.88 |
| 16 | 265.86 | 0 | 0.81 | 1.54 | | 268.21 |
| 17 | 137.21 | 0 | 0 | 2.85 | | 140.06 |
| 18 | 198.36 | 0 | 1.21 | 13.66 | | 213.23 |
| 19 | 412.19 | 0 | 0 | 0 | | 412.19 |
| 20 | 37.39 | 0 | 0 | 5.76 | | 43.15 |
| 21 | 149.92 | 0 | 0 | 0 | | 149.92 |
| 22 | 18.13 | 1.21 | 0 | 2.99 | | 22.33 |
| 23 | 249 | 0 | 1.95 | 6.23 | | 257.18 |
| 24 | 222.96 | 0 | 1.47 | 4.66 | | 229.09 |
| 25 | 173.96 | 0 | 0 | 1.05 | | 175.01 |
| 26 | 1040.67 | 0 | 0 | 0 | | 1040.67 |
| 27 | 466.67 | 4.8 | 0 | 1.36 | | 472.83 |
| 28 | 120.25 | 0.73 | 5 | 5.14 | | 131.12 |
| 29 | 901.2 | 0 | 0 | 0 | | 901.2 |
| 30 | 662.1 | 0 | 0 | 3.9 | | 666 |
| 31 | 198.47 | 3.15 | 0 | 11.36 | | 212.98 |
| 32 | 160.98 | 0 | 0 | 0 | | 160.98 |
| 33 | 91.06 | 0 | 0 | 0 | | 91.06 |
| 34 | 423.73 | 0 | 0.44 | 2.75 | | 426.92 |
| 35 | 100.54 | 0.3 | 1.1 | 2.44 | | 104.38 |
| 36 | 243.03 | 0 | 0 | 0 | | 243.03 |
| 37 | 331.9 | 0 | 0.95 | 8.51 | | 341.36 |
| 38 | 94.68 | 1.04 | 1.16 | 6.6 | | 103.48 |
| 39 | 340.26 | 0.02 | 0 | 1.1 | | 341.38 |
| 40 | 11.81 | 0 | 0.38 | 1.9 | | 14.09 |
| 41 | 1352.95 | 0.01 | 0 | 1.52 | | 1354.48 |
| 42 | 85.16 | 0 | 0 | 0 | | 85.16 |
| 43 | 38.31 | 0 | 0 | 0 | | 38.31 |
| 44 | 50.95 | 0.22 | 1.65 | 6.84 | | 59.66 |
| 45 | 75.53 | 0.63 | 0 | 0.8 | | 76.96 |

| | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| PARCELA | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 46 | 82.2 | 0.09 | 0 | 0.42 | | 82.71 |
| 47 | 1323.5 | 3.29 | 0 | 1.77 | | 1328.56 |
| 48 | 165.64 | 0 | 0 | 0 | | 165.64 |
| 49 | 239.64 | 0 | 0 | 0 | | 239.64 |
| 50 | 46.51 | 0 | 0 | 0 | | 46.51 |
| 51 | 241.95 | 0 | 0 | 0 | | 241.95 |
| 52 | 486.29 | 0 | 0 | 0 | | 486.29 |
| 53 | 723.48 | 0 | 0 | 2.31 | | 725.79 |
| 54 | 253.42 | 0 | 1.29 | 3.89 | | 258.6 |
| 55 | 96.35 | 0.01 | 0 | 0.58 | | 96.94 |
| 56 | 176.77 | 0 | 0 | 0 | | 176.77 |
| 57 | 1884.17 | 0 | 0 | 0 | | 1884.17 |
| 58 | 120.44 | 0.2 | 0 | 0.99 | | 121.63 |
| 59 | 453.56 | 0.01 | 0 | 1.66 | | 455.23 |
| 60 | 73.34 | 0 | 0 | 0 | | 73.34 |
| 61 | 36.45 | 0 | 0 | 20.14 | | 56.59 |
| 62 | 169.53 | 0 | 0 | 4.9 | | 174.43 |
| 64 | 0 | 0.01 | 0 | 2.78 | | 2.79 |
| 65 | 0 | 0 | 0 | 4.91 | | 4.91 |
| 66 | 0 | 0 | 3.44 | 4.34 | | 7.78 |
| 67 | 0 | 0 | 0 | 2.84 | | 2.84 |
| 68 | 0 | 0.09 | 0.07 | 9 | | 9.16 |
| 70 | 0 | 1.72 | 0.11 | 5.34 | | 7.17 |
| 71 | 0 | 1.57 | 0 | 0.9 | | 2.47 |
| 72 | 0 | 0 | 0 | 3.19 | | 3.19 |
| 77 | 0 | 0.57 | 0 | 6.6 | | 7.17 |
| 79 | 0 | 0 | 0.78 | 3.27 | | 4.05 |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 7.41 | | 7.41 |
| 84 | 0 | 2.26 | 0 | 1.55 | | 3.81 |
| 86 | 0 | 0.02 | 0 | 0.56 | | 0.58 |
| 88 | 0 | 2.13 | 0.79 | 3.77 | | 6.69 |
| 90 | 0 | 0.18 | 0 | 0.85 | | 1.03 |
| 92 | 0 | 0.11 | 0.73 | 0.96 | | 1.8 |
| 93 | 0 | 0.01 | 0 | 0.85 | | 0.86 |
| 94 | 0 | 0.51 | 0.1 | 1.44 | | 2.05 |
| 95 | 0 | 0 | 0 | 5 | | 5 |
| 97 | 0 | 0 | 0.87 | 6.33 | | 7.2 |
| Promedio | 276.26 | 0.36 | 0.35 | 2.74 | 37.93 | 317.64 |
| Desv. Est. | 398.49 | 0.87 | 0.85 | 3.45 | 14.22 | 398.76 |

Tabla 11. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque Chuipac, Totonicapán, Totonicapán. Año 2008.

Area del Bosque: 42.56 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 13,002.50 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|---------|---------|----------|--------|-----------|--------|--------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 353.08 | 0.02 | 0 | 1.22 | 10.29 | 364.61 |
| 2 | 12.74 | 0.14 | 0 | 1.23 | 58.66 | 72.77 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31.01 | 31.01 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.62 | 8.62 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.66 | 6.66 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.45 | 10.45 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.15 | 10.15 |
| 8 | 252.47 | 0.3 | 0 | 0.65 | 6.92 | 260.34 |
| 10 | 789.54 | 0.06 | 0 | 3.39 | | 792.99 |
| 13 | 630.25 | 0 | 0 | 2.39 | | 632.64 |
| 14 | 417.62 | 0.01 | 0 | 0.9 | | 418.53 |
| 22 | 809.53 | 0.04 | 3.03 | 0 | | 812.6 |
| 23 | 688.79 | 0 | 1.47 | 0 | | 690.26 |
| 27 | 32 | 0 | 0 | 0.29 | | 32.29 |
| 28 | 219.12 | 0 | 0 | 4.52 | | 223.64 |
| 29 | 454.71 | 0.02 | 0 | 1.35 | | 456.08 |
| 31 | 379.96 | 0 | 0 | 3.31 | | 383.27 |
| 33 | 456.12 | 0 | 0 | 2.06 | | 458.18 |
| 36 | 47.3 | 0 | 0 | 5.44 | | 52.74 |
| 37 | 64.65 | 0 | 0 | 2.07 | | 66.72 |
| 42 | 491.35 | 0.02 | 0 | 0 | | 491.37 |
| 43 | 431.23 | 0 | 0 | 7.43 | | 438.66 |
| 44 | 640.09 | 0 | 0 | 1.89 | | 641.98 |
| 47 | 168.99 | 0.02 | 0 | 0 | | 169.01 |
| 50 | 295.8 | 0.01 | 0 | 2.07 | | 297.88 |
| 52 | 196.72 | 0 | 0 | 1.38 | | 198.1 |
| 55 | 441.18 | 0.02 | 0 | 0.98 | | 442.18 |
| 58 | 170.44 | 0.18 | 0 | 0 | | 170.62 |
| 61 | 245.96 | 0 | 0 | 5.63 | | 251.59 |
| 63 | 309.16 | 0.01 | 0 | 1.06 | | 310.23 |
| 67 | 596.95 | 0.02 | 0 | 0.98 | | 597.95 |
| 69 | 567.9 | 0.41 | 0 | 1.96 | | 570.27 |
| 71 | 186.23 | 0.02 | 0 | 0.81 | | 187.06 |
| 73 | 72.36 | 0 | 0 | 4.88 | | 77.24 |
| 74 | 21.88 | 0 | 16.19 | 0 | | 38.07 |
| 78 | 227.6 | 0 | 0 | 2.15 | | 229.75 |
| 82 | 190.1 | 0 | 0 | 5.48 | | 195.58 |
| 86 | 454.31 | 0.01 | 0 | 0.39 | | 454.71 |
| 88 | 37.28 | 0 | 0 | 1.48 | | 38.76 |
| 91 | 283.04 | 0 | 0 | 2.7 | | 285.74 |
| 94 | 381.44 | 0 | 0 | 1.5 | | 382.94 |
| 96 | 251.29 | 0 | 0 | 0.78 | | 252.07 |
| 97 | 800.32 | 0 | 0 | 1.61 | | 801.93 |
| 201 | 0 | 0.12 | 0 | 0.37 | | 0.49 |
| | | | | | | |

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 202 | 63.43 | 0.02 | 0 | 1.03 | | 64.48 |
| 203 | 0 | 0 | 0 | 2.31 | | 2.31 |
| Promedio | 285.50 | 0.03 | 0.45 | 1.69 | 17.85 | 305.51 |
| Desv. Est. | 244.88 | 0.08 | 2.42 | 1.80 | 18.28 | 245.58 |

Tabla 12. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque Leoncitos, Santa María Chiquimula, Totonicapán. Año 2008.

Area del Bosque: 26.18 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 8,527.09 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 570.02 | 0 | 0 | 3.85 | 18.39 | 592.26 |
| 2 | 392.86 | 0 | 0 | 6.13 | 30.79 | 429.78 |
| 3 | 788.88 | 0 | 0 | 2.1 | 43.75 | 834.73 |
| 4 | 755.75 | 2.47 | 1.12 | 4.84 | 18.77 | 782.95 |
| 5 | 715.91 | 0.16 | 0.55 | 11.93 | 20.59 | 749.14 |
| 6 | 151.19 | 1.85 | 1.7 | 28.75 | 27.49 | 210.98 |
| 7 | 0 | 1.87 | 0.58 | 0 | 19.23 | 21.68 |
| 10 | 0 | 0.32 | 7.92 | 0 | | 8.24 |
| 12 | 387.67 | 0 | 0 | 6.51 | | 394.18 |
| 13 | 428.22 | 0 | 0 | 2.04 | | 430.26 |
| 15 | 344.27 | 0 | 0.02 | 4.81 | | 349.1 |
| 16 | 0 | 0 | 0.29 | 0 | | 0.29 |
| 17 | 0 | 3.05 | 0.29 | 0 | | 3.34 |
| 18 | 0 | 1.29 | 0.52 | 0 | | 1.81 |
| 19 | 0 | 1.47 | 0.05 | 0 | | 1.52 |
| 20 | 0 | 2.27 | 0.83 | 0 | | 3.1 |
| 21 | 0 | 1.62 | 0 | 0 | | 1.62 |
| 23 | 224.3 | 1.37 | 0 | 11.03 | | 236.7 |
| 24 | 390.14 | 0 | 1.9 | 0 | | 392.04 |
| 25 | 0 | 3.69 | 1.96 | 0 | | 5.65 |
| 37 | 140.56 | 0 | 0 | 4.28 | | 144.84 |
| 38 | 311.88 | 0 | 0 | 10.05 | | 321.93 |
| 48 | 519.2 | 0 | 0 | 29.5 | | 548.7 |
| 53 | 407.16 | 0 | 0 | 21.9 | | 429.06 |
| 59 | 544.1 | 0 | 0 | 3.79 | | 547.89 |
| 65 | 442.64 | 0 | 0 | 3.03 | | 445.67 |
| 77 | 157.74 | 0 | 0 | 10.75 | | 168.49 |
| 85 | 579.93 | 0 | 0 | 5.87 | | 585.8 |
| 90 | 450.88 | 0 | 0 | 7.1 | | 457.98 |
| 94 | 355.42 | 0 | 0 | 5.75 | | 361.17 |
| 95 | 250.02 | 0 | 0 | 8.59 | | 258.61 |
| 98 | 341.76 | 0 | 0 | 14.96 | | 356.72 |
| 241 | 0 | 0 | 0 | 7.25 | | 7.25 |
| Promedio | 292.44 | 0.65 | 0.54 | 6.51 | 25.57 | 325.71 |
| Desv. Est. | 247.18 | 1.06 | 1.44 | 7.74 | 9.35 | 247.48 |

Tabla 13. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque San Rafael 1, Tacaná, San Marcos. Año 2008.

Area del Bosque: 39.65 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 4,309.56 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|---------|---------|----------|--------|-----------|--------|--------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 7.24 | 13.32 | 20.56 |
| 2 | 49.58 | 1.31 | 0.27 | 4.39 | 38.3 | 93.85 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0.94 | 21.28 | 22.22 |
| 4 | 24.58 | 0 | 0 | 4.44 | 27.72 | 56.74 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 5.94 | 29.01 | 34.95 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 1.46 | 26.4 | 27.86 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 3.05 | 29.37 | 32.42 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 5.23 | | 5.23 |
| 9 | 186.79 | 0 | 1.39 | 5.41 | | 193.59 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 11.42 | | 11.42 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 2.84 | | 2.84 |
| 12 | 48.92 | 0 | 0 | 2.01 | | 50.93 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 4.78 | | 4.78 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 4.44 | | 4.44 |
| 15 | 224.63 | 0.08 | 0 | 0.89 | | 225.6 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 2.77 | | 2.77 |
| 17 | 86.04 | 0 | 1.23 | 1.98 | | 89.25 |
| 18 | 11.42 | 0.46 | 6.63 | 3.33 | | 21.84 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 2.75 | | 2.75 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 3.39 | | 3.39 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 5.11 | | 5.11 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0.27 | | 0.27 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 4.77 | | 4.77 |
| 24 | 130.04 | 0.99 | 1.69 | 1.4 | | 134.12 |
| 29 | 25.69 | 0.35 | 1.14 | 0 | | 27.18 |
| 31 | 63.09 | 0.89 | 2.64 | 0 | | 66.62 |
| 36 | 91.17 | 0.14 | 1.13 | 0 | | 92.44 |
| 37 | 0 | 0.02 | 0 | 0 | | 0.02 |
| 42 | 116.28 | 1.34 | 3.18 | 0 | | 120.8 |
| 44 | 305.39 | 0 | 0 | 0 | | 305.39 |
| 50 | 68.77 | 0 | 0 | 0 | | 68.77 |
| 51 | 154.74 | 0 | 1.92 | 0 | | 156.66 |
| 53 | 217.49 | 1.94 | 2.69 | 0 | | 222.12 |
| 62 | 95.71 | 0 | 2.42 | 0 | | 98.13 |
| 65 | 252.23 | 0 | 0 | 0 | | 252.23 |
| 68 | 91.22 | 0.97 | 0 | 0 | | 92.19 |
| 79 | 175.8 | 0 | 0 | 0 | | 175.8 |
| 81 | 45.42 | 0.69 | 2.65 | 0 | | 48.76 |
| 83 | 397.45 | 0.2 | 1.26 | 0 | | 398.91 |
| 84 | 90.69 | 4.08 | 0.63 | 0 | | 95.4 |
| 85 | 39.41 | 0.27 | 2.86 | 0 | | 42.54 |
| 99 | 285.57 | 0 | 0 | 0 | | 285.57 |
| 121 | 0 | 0 | 0.14 | 0 | | 0.14 |
| 219 | 240.42 | 0.25 | 1.53 | 0 | | 242.2 |
| | | | | | | |

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 441 | 0 | 0 | 0.41 | 0 | | 0.41 |
| 445 | 75.61 | 0 | 0 | 0 | | 75.61 |
| 541 | 191.7 | 0 | 1.38 | 0 | | 193.08 |
| 711 | 103.43 | 0 | 0 | 0 | | 103.43 |
| 722 | 0 | 0 | 1.95 | 0 | | 1.95 |
| 751 | 0 | 0.99 | 2.2 | 0 | | 3.19 |
| 755 | 97.27 | 0 | 0 | 0 | | 97.27 |
| 791 | 25.4 | 0 | 4.2 | 0 | | 29.6 |
| 841 | 108.26 | 0 | 0.55 | 0 | | 108.81 |
| 873 | 191.25 | 0 | 2.63 | 0 | | 193.88 |
| 911 | 54.54 | 0 | 1.25 | 0 | | 55.79 |
| Promedio | 79.38 | 0.27 | 0.91 | 1.64 | 26.49 | 108.69 |
| Desv. Est. | 96.23 | 0.67 | 1.35 | 2.46 | 7.71 | 96.58 |

Tabla 14. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque San Rafael 2, Tacaná, San Marcos. Año 2008.

Area del Bosque: 65.82 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 5,519.00 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|---------|---------|----------|--------|-----------|--------|--------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 0 | 0 | 6.41 | 3.78 | 42.54 | 52.73 |
| 2 | 0 | 0 | 11.37 | 2.09 | 24.43 | 37.89 |
| 3 | 213.29 | 0 | 13.21 | 3.82 | 12.87 | 243.19 |
| 4 | 0 | 0 | 4.2 | 3.44 | 13.48 | 21.12 |
| 5 | 0 | 0 | 1.68 | 2.66 | 35.6 | 39.94 |
| 6 | 0 | 0 | 1.47 | 1.65 | 37.71 | 40.83 |
| 7 | 168.51 | 0 | 4.29 | 1.9 | 28.56 | 203.26 |
| 8 | 36.15 | 0.8 | 2.13 | 5.4 | 11.23 | 55.71 |
| 9 | 0 | 0 | 1.27 | 5.68 | | 6.95 |
| 10 | 0 | 0 | 1.24 | 0 | | 1.24 |
| 11 | 0 | 0 | 4.05 | 0 | | 4.05 |
| 12 | 0 | 0 | 6.53 | 0 | | 6.53 |
| 13 | 79.12 | 2.67 | 0.76 | 0 | | 82.55 |
| 14 | 61.1 | 0.76 | 1.5 | 0 | | 63.36 |
| 15 | 0 | 0 | 4.84 | 0 | | 4.84 |
| 16 | 0 | 0 | 3.51 | 0 | | 3.51 |
| 18 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | | 1.48 |
| 19 | 110.03 | 0.08 | 7.86 | 0 | | 117.97 |
| 20 | 0 | 0 | 0.97 | 0 | | 0.97 |
| 21 | 0 | 0 | 10.8 | 0 | | 10.8 |
| 22 | 13.51 | 0.54 | 1.15 | 0 | | 15.2 |
| 23 | 25.93 | 0 | 2.87 | 0 | | 28.8 |
| 24 | 0 | 0 | 2.74 | 0 | | 2.74 |
| 25 | 127.21 | 0 | 6.49 | 0 | | 133.7 |
| 26 | 0 | 0 | 1.63 | 0 | | 1.63 |
| 27 | 0 | 0 | 0.74 | 0 | | 0.74 |
| 28 | 186.55 | 0 | 2.98 | 0 | | 189.53 |
| 29 | 0 | 0 | 2.13 | 0 | | 2.13 |
| 30 | 74.11 | 0 | 5.07 | 0 | | 79.18 |
| 31 | 0 | 0 | 4.27 | 0 | | 4.27 |
| 32 | 0 | 0 | 4.57 | 0 | | 4.57 |
| 33 | 136.73 | 0 | 5.4 | 0 | | 142.13 |
| 34 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | | 1.28 |
| 35 | 0 | 0 | 4.66 | 0 | | 4.66 |
| 36 | 0 | 0 | 12.19 | 0 | | 12.19 |
| 37 | 171.35 | 0.68 | 4.01 | 0 | | 176.04 |
| 38 | 0 | 0 | 1.1 | 0 | | 1.1 |
| 39 | 80.53 | 0 | 1.91 | 0 | | 82.44 |
| 40 | 80.89 | 0 | 1.15 | 0 | | 82.04 |
| 41 | 0 | 0 | 5.19 | 0 | | 5.19 |
| 42 | 0 | 0 | 2.65 | 0 | | 2.65 |
| 43 | 0 | 0 | 2.85 | 0 | | 2.85 |
| 44 | 98.87 | 0.04 | 3.5 | 0 | | 102.41 |
| 45 | 0 | 0 | 10.34 | 0 | | 10.34 |
| | | | | | | |

| | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| PARCELA | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 46 | 0 | 0 | 7.21 | 0 | | 7.21 |
| 47 | 0 | 0 | 1.62 | 0 | | 1.62 |
| 48 | 49 | 0.33 | 0 | 0 | | 49.33 |
| 55 | 58.47 | 0.7 | 0 | 0 | | 59.17 |
| 59 | 20.89 | 0.91 | 0 | 0 | | 21.8 |
| 63 | 19.02 | 1.07 | 0 | 0 | | 20.09 |
| 67 | 11.43 | 0 | 0 | 0 | | 11.43 |
| 70 | 51.66 | 0 | 0 | 0 | | 51.66 |
| 71 | 19.04 | 0 | 0 | 0 | | 19.04 |
| 75 | 113.67 | 0 | 0 | 0 | | 113.67 |
| 77 | 339.27 | 0 | 0 | 0 | | 339.27 |
| 83 | 22.36 | 0 | 0 | 0 | | 22.36 |
| 84 | 210.38 | 0 | 0 | 0 | | 210.38 |
| 86 | 102.94 | 0 | 0 | 0 | | 102.94 |
| 87 | 23.2 | 0 | 0 | 0 | | 23.2 |
| 89 | 48.39 | 0 | 0 | 0 | | 48.39 |
| 94 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| 95 | 93.07 | 0 | 0 | 0 | | 93.07 |
| 96 | 133.45 | 0.15 | 0 | 0 | | 133.6 |
| 99 | 97.12 | 0 | 0 | 0 | | 97.12 |
| 101 | 26.07 | 0.76 | 0 | 0 | | 26.83 |
| 102 | 128.83 | 0 | 0 | 0 | | 128.83 |
| 121 | 60.5 | 0 | 0 | 0 | | 60.5 |
| 271 | 149.06 | 0.23 | 0 | 0 | | 149.29 |
| 341 | 98.2 | 0.06 | 0 | 0 | | 98.26 |
| 421 | 75.69 | 0.05 | 0 | 0 | | 75.74 |
| 431 | 120.54 | 0 | 0 | 0 | | 120.54 |
| 461 | 59.51 | 0 | 0 | 0 | | 59.51 |
| 555 | 16.15 | 0 | 0 | 0 | | 16.15 |
| 601 | 70.45 | 2.05 | 0 | 0 | | 72.5 |
| 661 | 50.7 | 0.07 | 0 | 0 | | 50.77 |
| 691 | 192.28 | 0 | 0 | 0 | | 192.28 |
| 821 | 90.16 | 0 | 0 | 0 | | 90.16 |
| 851 | 46.45 | 0 | 0 | 0 | | 46.45 |
| 881 | 96.94 | 0 | 0 | 0 | | 96.94 |
| 971 | 53.69 | 0 | 0 | 0 | | 53.69 |
| Promedio | 55.16 | 0.15 | 2.37 | 0.38 | 25.80 | 83.85 |
| Desv. Est. | 67.32 | 0.43 | 3.19 | 1.17 | 12.30 | 68.52 |

Tabla 15. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque de Tocanaqué, Tacaná, San Marcos. Año 2008.

Area del Bosque: 9.53 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 1,452.65 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASC A | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 128.97 | 0 | 1.42 | 4.84 | 17.77 | 153.00 |
| 2 | 72.04 | 0 | 0.84 | 1.69 | 66.39 | 140.96 |
| 3 | 62.58 | 0 | 0 | 8.57 | 28.03 | 99.18 |
| 4 | 67.37 | 0 | 1.29 | 8.21 | 31.94 | 108.81 |
| 5 | 138.15 | 0 | 1.01 | 3.57 | | 142.73 |
| 6 | 45.45 | 0 | 0.96 | 3.13 | | 49.54 |
| 7 | 229.47 | 0.01 | 0 | 2.88 | | 232.36 |
| 8 | 73.86 | 0 | 1.27 | 11.18 | | 86.31 |
| 9 | 15.3 | 0.46 | 1.14 | 6.58 | | 23.48 |
| 10 | 122.56 | 0 | 0.92 | 7.5 | | 130.98 |
| 11 | 116.62 | 0.01 | 0 | 5.71 | | 122.34 |
| 12 | 219.57 | 0 | 0 | 12.2 | | 231.77 |
| 13 | 148.73 | 0.01 | 0 | 6.82 | | 155.56 |
| 14 | 254.78 | 0.01 | 0 | 16.78 | | 271.57 |
| 15 | 64.09 | 0.01 | 0 | 2.65 | | 66.75 |
| 16 | 131.16 | 0.01 | 5.46 | 0 | | 136.63 |
| 17 | 58.72 | 0 | 1.16 | 1.65 | | 61.53 |
| 18 | 20.96 | 0.34 | 1.09 | 3.38 | | 25.77 |
| Promedio | 109.47 | 0.05 | 0.92 | 5.96 | 36.03 | 152.43 |
| Desv. Est. | 69.94 | 0.13 | 1.26 | 4.29 | 21.10 | 73.19 |

Tabla 16. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque de Sanajabá 1, Tacaná, San Marcos. Año 2008.

Area del Bosque: 18.47 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 2,260.91 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|---------|---------|----------|--------|-----------|--------|--------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1A | 162.73 | 0 | 0 | 0 | | 162.73 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 7.53 | 21.14 | 28.67 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 2.22 | 17.92 | 20.14 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 3.67 | 49.11 | 52.78 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 6.41 | 53.48 | 59.89 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 9.11 | 38.46 | 47.57 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 1.65 | | 1.65 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 3.72 | | 3.72 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 13.14 | | 13.14 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 7.38 | | 7.38 |
| 10 | 69.83 | 0.15 | 0.87 | 4.05 | | 74.9 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 5.25 | | 5.25 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 2.41 | | 2.41 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 5.26 | | 5.26 |
| 14 | 8.78 | 0 | 3.91 | 1.89 | | 14.58 |
| 16 | 62.76 | 0 | 1.89 | 0 | | 64.65 |
| 19 | 23.43 | 0 | 2.27 | 0 | | 25.7 |
| 29 | 32.41 | 0 | 2.22 | 0 | | 34.63 |
| 35 | 183.12 | 0 | 5.21 | 0 | | 188.33 |
| 37 | 160.94 | 0 | 1.75 | 0 | | 162.69 |
| 39 | 272 | 0.1 | 6.94 | 0 | | 279.04 |
| 42 | 253.59 | 0 | 10.74 | 0 | | 264.33 |
| 48 | 134.32 | 0 | 2.64 | 0 | | 136.96 |
| 52 | 117.51 | 0 | 3.97 | 0 | | 121.48 |
| 56 | 17.36 | 0 | 4.18 | 0 | | 21.54 |
| 59 | 0 | 0 | 2.65 | 0 | | 2.65 |
| 60 | 77.37 | 0.09 | 1.41 | 0 | | 78.87 |
| 64 | 164.69 | 0.19 | 2.22 | 0 | | 167.1 |
| 66 | 39.44 | 0 | 0 | 0 | | 39.44 |
| 67 | 46.65 | 1.99 | 0 | 0 | | 48.64 |
| 73 | 101.17 | 0 | 3.27 | 0 | | 104.44 |
| 83 | 75.35 | 0 | 2.14 | 0 | | 77.49 |
| 89 | 84.6 | 0 | 2.47 | 0 | | 87.07 |
| 92 | 78.86 | 0 | 0 | 0 | | 78.86 |
| 96 | 200.21 | 0.19 | 2.24 | 0 | | 202.64 |
| 101 | 303.63 | 0.09 | 2.23 | 0 | | 305.95 |
| 102 | 132.33 | 0 | 4.14 | 0 | | 136.47 |
| 104 | 139.2 | 0 | 2.23 | 0 | | 141.43 |
| 105 | 140.33 | 0.08 | 1.83 | 0 | | 142.24 |
| 122 | 61.2 | 0 | 2.97 | 0 | | 64.17 |
| 129 | 88.61 | 0 | 4.06 | 0 | | 92.67 |
| 133 | 3.19 | 0 | 0 | 0 | | 3.19 |
| 143 | 167.04 | 0.15 | 3.46 | 0 | | 170.65 |
| 144 | 125.04 | 0 | 2.78 | 0 | | 127.82 |
| | | | | | | |

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 150 | 176.07 | 0 | 1.05 | 0 | | 177.12 |
| 1052 | 0 | 0 | 2.15 | 0 | | 2.15 |
| 1055 | 190.09 | 0 | 0 | 0 | | 190.09 |
| Promedio | 82.85 | 0.06 | 1.91 | 1.57 | 36.02 | 122.41 |
| Desv. Est. | 83.60 | 0.29 | 2.15 | 2.98 | 16.06 | 85.21 |

Tabla 17. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque de Sanajabá 2, Tacaná, San Marcos. Año 2008.

Area del Bosque: 6.45 Ha

Total de carbono capturado por el bosque: 596.10 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 0 | 0 | 4 | 4.05 | 22.69 | 30.74 |
| 2 | 0 | 0 | 3.24 | 0 | 60.59 | 63.83 |
| 3 | 0 | 0 | 3.88 | 0 | 18.99 | 22.87 |
| 4 | 0 | 0 | 3.33 | 0 | | 3.33 |
| 5 | 0 | 0 | 3.64 | 0 | | 3.64 |
| 6 | 67.14 | 0 | 1.9 | 0 | | 69.04 |
| 7 | 0 | 0 | 1.97 | 0 | | 1.97 |
| 8 | 0 | 0 | 4.04 | 0 | | 4.04 |
| 9 | 0 | 0 | 3.81 | 0 | | 3.81 |
| 10 | 0 | 0 | 2.59 | 0 | | 2.59 |
| 11 | 0 | 0 | 2.9 | 0 | | 2.9 |
| 12 | 0 | 0 | 2.43 | 0 | | 2.43 |
| 13 | 0 | 0 | 3.2 | 0 | | 3.2 |
| 14 | 0 | 0 | 2.05 | 0 | | 2.05 |
| 15 | 0 | 0 | 3.5 | 0 | | 3.5 |
| 18 | 130.38 | 0 | 0 | 0 | | 130.38 |
| 30 | 92.67 | 0 | 0 | 0 | | 92.67 |
| 45 | 272.07 | 0 | 0 | 0 | | 272.07 |
| 50 | 71.16 | 0 | 0 | 0 | | 71.16 |
| 53 | 90.97 | 0 | 0 | 0 | | 90.97 |
| 63 | 78.77 | 0 | 0 | 0 | | 78.77 |
| 65 | 65.53 | 0 | 0 | 0 | | 65.53 |
| 77 | 68.8 | 0 | 0 | 0 | | 68.8 |
| 98 | 86.49 | 0 | 0 | 0 | | 86.49 |
| 100 | 121.09 | 0 | 0 | 0 | | 121.09 |
| 120 | 77.66 | 0 | 0 | 0 | | 77.66 |
| 130 | 66.78 | 0 | 0 | 0 | | 66.78 |
| 132 | 132.34 | 0 | 0 | 0 | | 132.34 |
| 138 | 219.17 | 0 | 0 | 0 | | 219.17 |
| Promedio | 56.59 | 0.00 | 1.60 | 0.14 | 34.09 | 92.42 |
| Desv. Est. | 68.99 | 0.00 | 1.63 | 0.74 | 18.80 | 73.91 |

Tabla 18. Resultados obtenidos del muestreo del Bosque Paxoj, Cabricán, Quetzaltenango. Año 2008.

Area del Bosque: 50.18 Ha

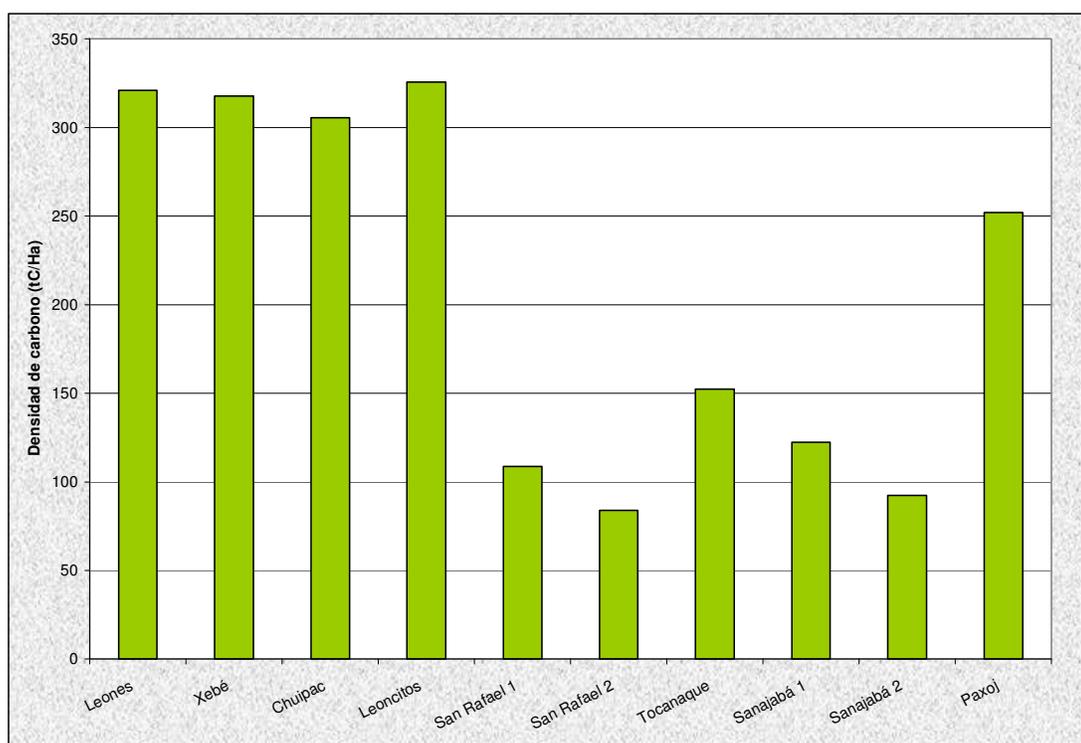
Total de carbono capturado por el bosque: 12,642.35 toneladas de carbono.

| PARCELA | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | 259.53 | 0.63 | 9 | 13.21 | 46.95 | 329.32 |
| 2 | 221.65 | 0 | 0 | 6.69 | 25.44 | 253.78 |
| 3 | 134.49 | 1.67 | 2.89 | 0 | 32.05 | 171.1 |
| 4 | 77.01 | 0.82 | 0 | 19.9 | 26.56 | 124.29 |
| 5 | 83.1 | 0.68 | 0 | 8.77 | 35.53 | 128.08 |
| 6 | 95.43 | 4.78 | 0 | 17.11 | | 117.32 |
| 7 | 239.74 | 1.81 | 2.19 | 10.81 | | 254.55 |
| 8 | 306.42 | 0 | 2.45 | 16.78 | | 325.65 |
| 9 | 322.84 | 0 | 0 | 2.34 | | 325.18 |
| 10 | 69.07 | 2.51 | 1.05 | 2.8 | | 75.43 |
| 11 | 91.75 | 0 | 0 | 15.32 | | 107.07 |
| 12 | 49.28 | 3.55 | 3.1 | 8.21 | | 64.14 |
| 13 | 329.23 | 0.62 | 1.44 | 10.15 | | 341.44 |
| 14 | 375.49 | 0 | 0 | 4.75 | | 380.24 |
| 15 | 53.51 | 0 | 0 | 6.32 | | 59.83 |
| 16 | 186.39 | 0 | 3.91 | 8.84 | | 199.14 |
| 17 | 64.32 | 0 | 0 | 7.11 | | 71.43 |
| 18 | 168.34 | 0.39 | 0 | 8.61 | | 177.34 |
| 19 | 258.01 | 0.11 | 0 | 5.79 | | 263.91 |
| 20 | 360.3 | 0.02 | 3.49 | 0 | | 363.81 |
| 21 | 134.36 | 4.08 | 0.77 | 17.56 | | 156.77 |
| 22 | 130.15 | 0 | 3.8 | 11.57 | | 145.52 |
| 23 | 239.65 | 0.54 | 1.24 | 4.86 | | 246.29 |
| 24 | 257.78 | 0.67 | 0 | 3.8 | | 262.25 |
| 25 | 153.32 | 0 | 2.66 | 13.48 | | 169.46 |
| 26 | 311.51 | 0 | 2.34 | 11.25 | | 325.1 |
| 27 | 60.05 | 0 | 3.97 | 0 | | 64.02 |
| 28 | 521.95 | 1.46 | 3.64 | 14 | | 541.05 |
| 29 | 238.7 | 0.93 | 0.93 | 9.2 | | 249.76 |
| 30 | 259.34 | 3.9 | 0 | 12.76 | | 276 |
| 31 | 500.41 | 0 | 1.35 | 11.7 | | 513.46 |
| 32 | 163.55 | 1.19 | 0 | 12.63 | | 177.37 |
| 33 | 53.45 | 2.95 | 0 | 30.23 | | 86.63 |
| 34 | 231.26 | 0 | 1.12 | 7.75 | | 240.13 |
| 35 | 218.08 | 0 | 0.75 | 13.18 | | 232.01 |
| Promedio | 206.27 | 0.95 | 1.49 | 9.93 | 33.31 | 251.94 |
| Dev. Est. | 123.09 | 1.37 | 1.92 | 6.25 | 8.66 | 123.58 |

Tabla 19. Resumen de resultados para los 10 Bosques evaluados en el año 2008.

| No. | BOSQUES | ARBOLES | ARBUSTOS | MALEZA | HOJARASCA | SUELOS | TOTAL |
|-----|-------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| | | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha | tC/ha |
| 1 | Leones | 283.65 | 1.69 | 0.18 | 7.40 | 28.15 | 321.07 |
| 2 | Xebé | 276.26 | 0.36 | 0.35 | 2.74 | 37.93 | 317.64 |
| 3 | Chuipac | 285.50 | 0.03 | 0.45 | 1.69 | 17.85 | 305.51 |
| 4 | Leoncitos | 292.44 | 0.65 | 0.54 | 6.51 | 25.57 | 325.71 |
| 5 | San Rafael 1 | 79.38 | 0.27 | 0.91 | 1.64 | 26.49 | 108.69 |
| 6 | San Rafael 2 | 55.16 | 0.15 | 2.37 | 0.38 | 25.80 | 83.85 |
| 7 | Tocanaque | 109.47 | 0.05 | 0.92 | 5.96 | 36.03 | 152.43 |
| 8 | Sanajabá 1 | 82.85 | 0.06 | 1.91 | 1.57 | 36.02 | 122.41 |
| 9 | Sanajabá 2 | 56.59 | 0.00 | 1.60 | 0.14 | 34.09 | 92.42 |
| 10 | Paxoj | 206.27 | 0.95 | 1.49 | 9.93 | 33.31 | 251.94 |
| | PROMEDIO | 172.76 | 0.42 | 1.07 | 3.80 | 30.12 | 208.17 |
| | Desv. Est. | 105.04 | 0.54 | 0.74 | 3.38 | 6.36 | 105.29 |

Gráfica 2.
Densidad de carbono capturado por cada bosque muestreado en el 2008.



4) **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

-Los bosques de Las Ventanas, Guadalupe, Txemuj y Cebollín, evaluados en un periodo de tiempo de 4 años (2004-2008) presentan una disminución promedio de almacenaje de carbono en Hectáreas del -21.01%, probablemente debido a la presión que sufre el recurso forestal generalizada dentro de las la zonas

- En los bosques de Las Ventanas y Txemuj existe una menor densidad de los componentes arbustos, maleza y hojarasca del suelo, probablemente dado por la presión humana y otros factores, entre ellos los ambientales, ya que dentro de este periodo los bosques de revisita también fueron afectados por la tormenta Stan en el año 2005.

- En los bosques de Las Ventanas y Cebollín el componente arbóreo se mantiene constante o en similar densidad que en el año 2004, pero en el primero hubo una disminución de la densidad en los componentes arbustos y hojarasca; en el bosque Guadalupe existe una menor densidad en el componente arbóreo al igual que el bosque de Txemuj, lo que indica que en estos bosques existe un mayor disturbio.

El bosque de Ojo de Agua presenta un aumento del 51.58% en cuanto a la capacidad de almacenaje de Carbono/Ha, además se evaluó en el año 2008 los otros componentes de hojarasca y suelo lo que señala un aumento regenerativo del recurso forestal.

-La cantidad de carbono almacenado por Ha. en los cinco bosques de revisita es de 1028.47 ton C/Ha

-Los 10 bosques evaluados en el año 2008 presentan un área de 842.47 hectáreas.

-La cantidad de carbono capturado promedio para los bosques evaluados en el año 2007 es: en el componente arbóreo es de 172.76 tC/ha componente arbustivo 0.42 tC/ha, componente maleza 1.07 tC/ha, componente hojarasca 3.8 tC/ha y para el componente suelo 30.12 tC/ha.

- El promedio de carbono capturado para los bosques 10 bosques evaluados en el año 2008 es de 208.17 tC/ha.

-De acuerdo a los resultados obtenidos es recomendable establecer un sistema de monitoreo temporal, el cual mostrará el comportamiento del área boscosa en diferentes períodos de tiempo, ayudando a la toma de decisiones relacionadas con la administración y conservación del recurso forestal, ya que además de la fijación de carbono los 15 bosques evaluados contribuyen al mantenimiento del recurso hídrico y conservan la biodiversidad.

5) BIBLIOGRAFIA

Arreaga, WE. 2002. Almacenamiento de carbono en bosques con manejo forestal sostenible en la Reserva de Biosfera Maya, Petén. Guatemala. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 73p.

Brown, S. Gillipsie, AJR; Lugo, A.E. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35:881-902.

Brown, S. 1996. A primer for estimating biomass and biomass change in tropical forests. FAO. USA.

Castellanos, E. y C. Flores. 2,004. Estimación del Contenido de Carbono en Bosques del Altiplano Occidental de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala, CARE.

Castellanos, E. C. Bonilla y A. Quilo. 2,007. Cuantificación de Carbono Capturado por Bosques Comunales y Municipales de Cuatro Municipios en los departamentos de San Marcos y huehuetenango. Universidad del Valle de Guatemala, CARE.

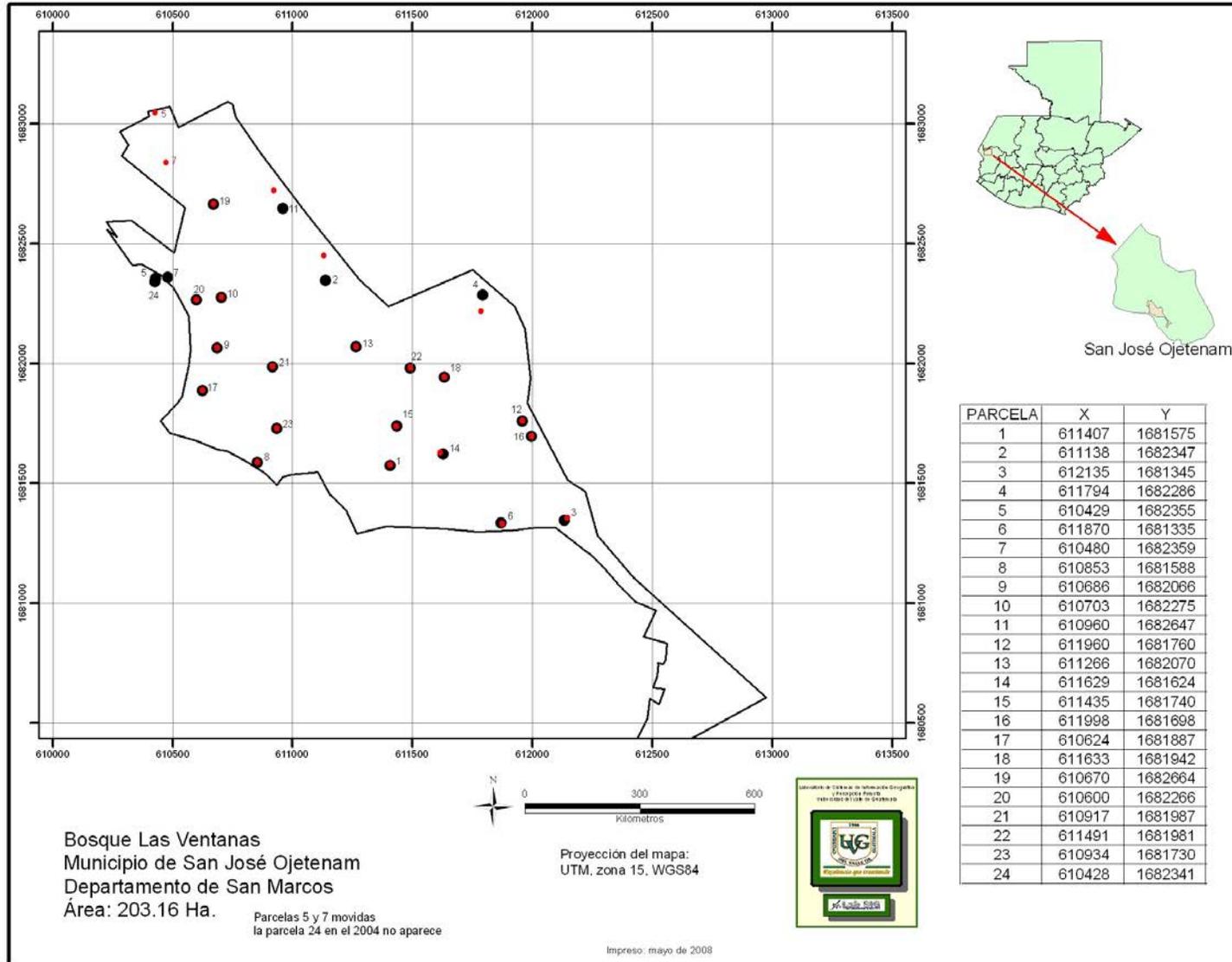
Córdova, Lorena. 2002. Estimación de biomasa y carbono para *Pinus oocarpa* Schied, *P. maximinoi* H.E. Moore y *P. Caribaea* Morelet. Var. *hondurensis* en algunos bosques naturales de Guatemala. Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Lee, Glenda. 2002. Estudio preliminar para la estimación de biomasa y cuantificación de carbono para *Vochysia guatemalensis*, *Calophyllum brasiliense* y *Cybistax donnell-smithii* en bosques naturales de Guatemala. Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

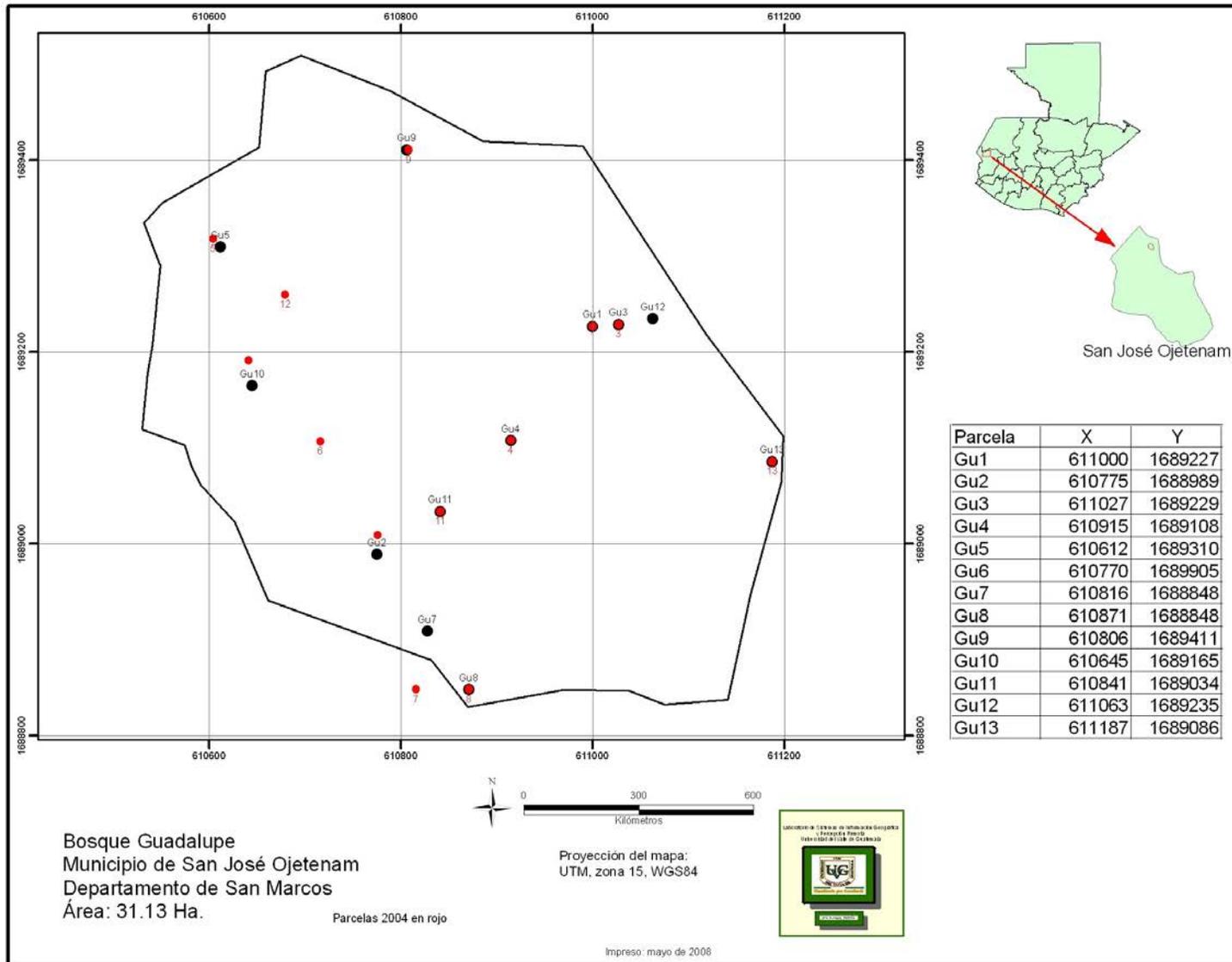
Marquez, L (ed). S.f. Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. Fundación Solar, Guatemala. 33p.

ANEXOS

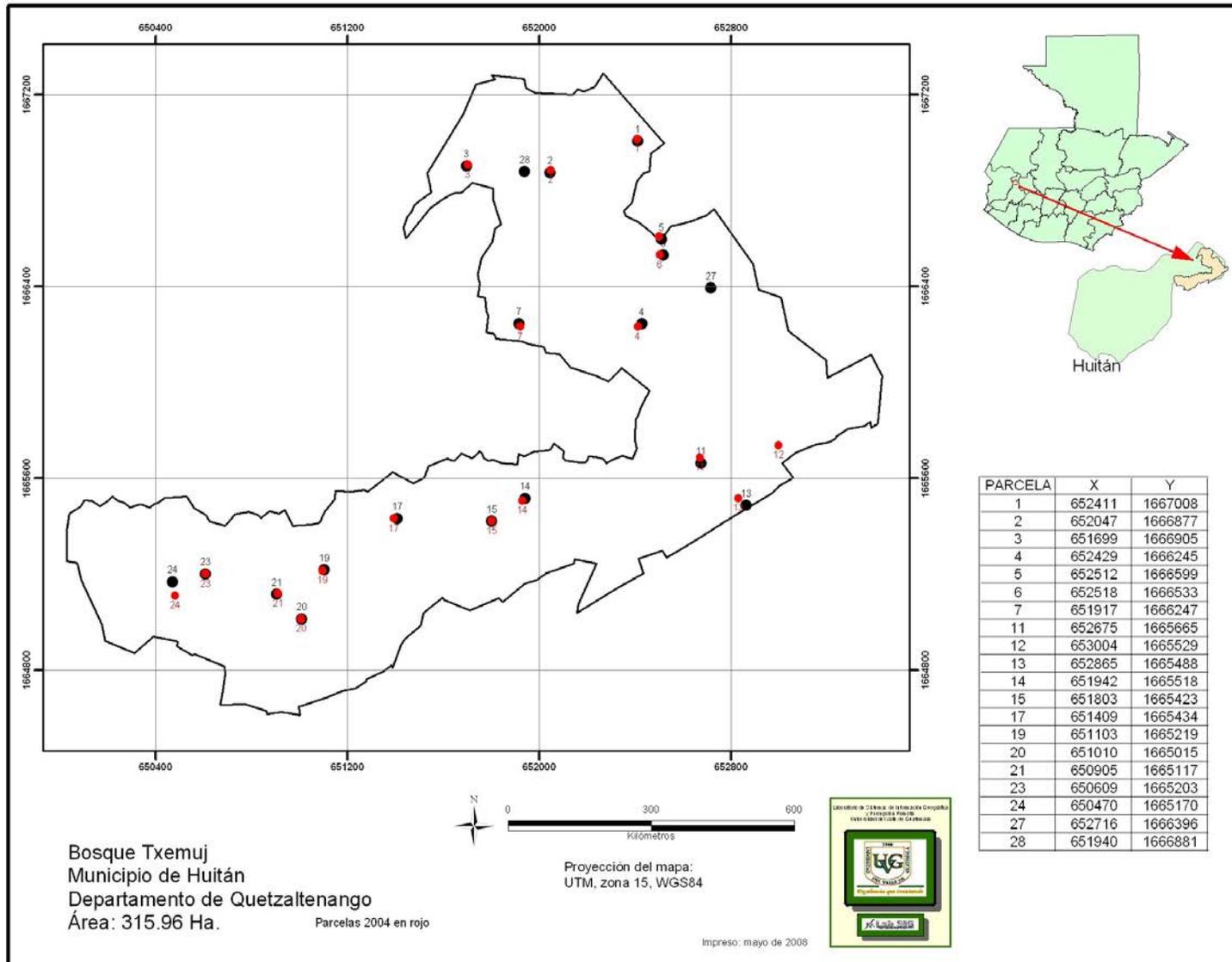
Anexo 1: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Las Ventanas. Años 2004 y 2008.



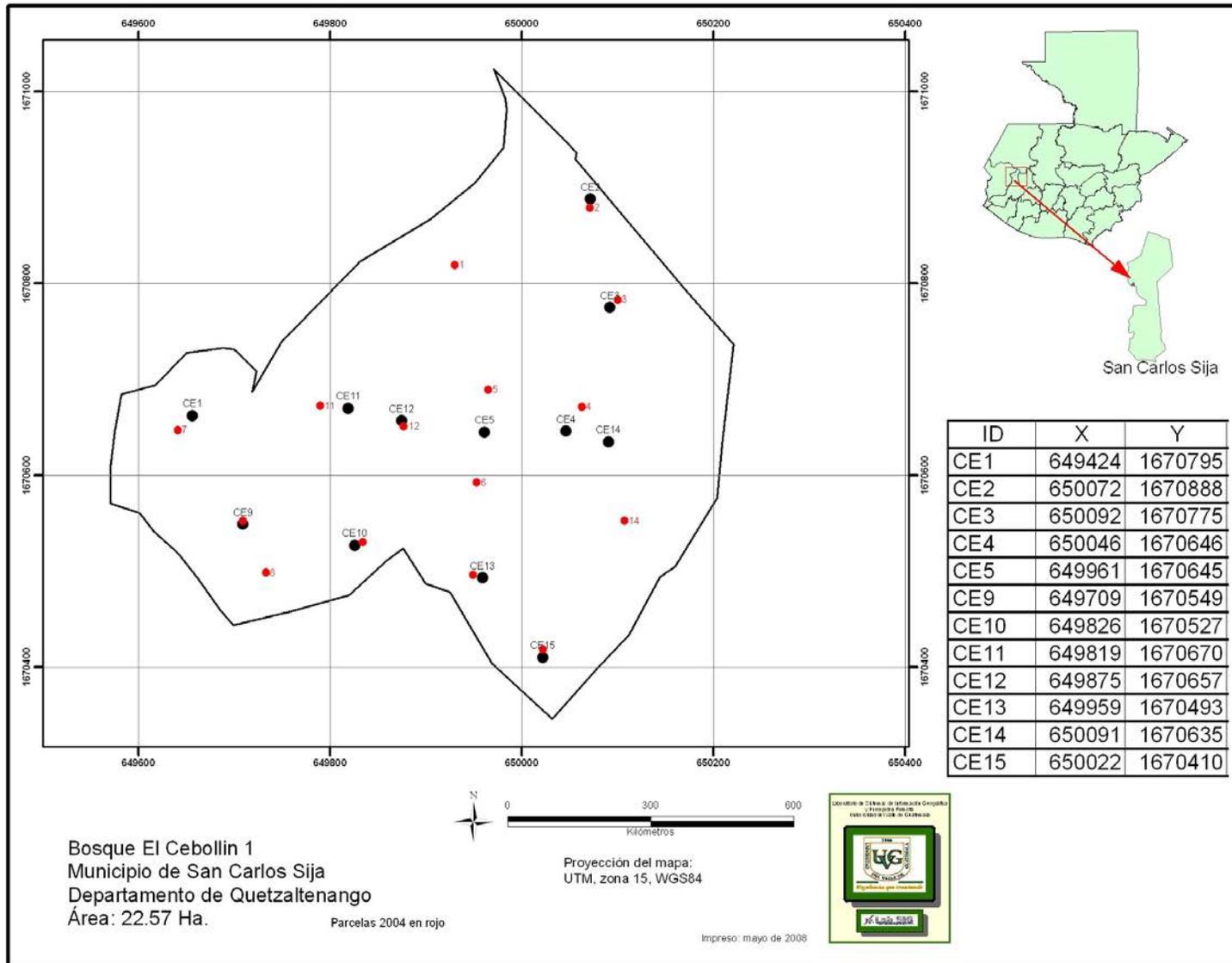
Anexo 2: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Guadalupe. Años 2004 y 2008



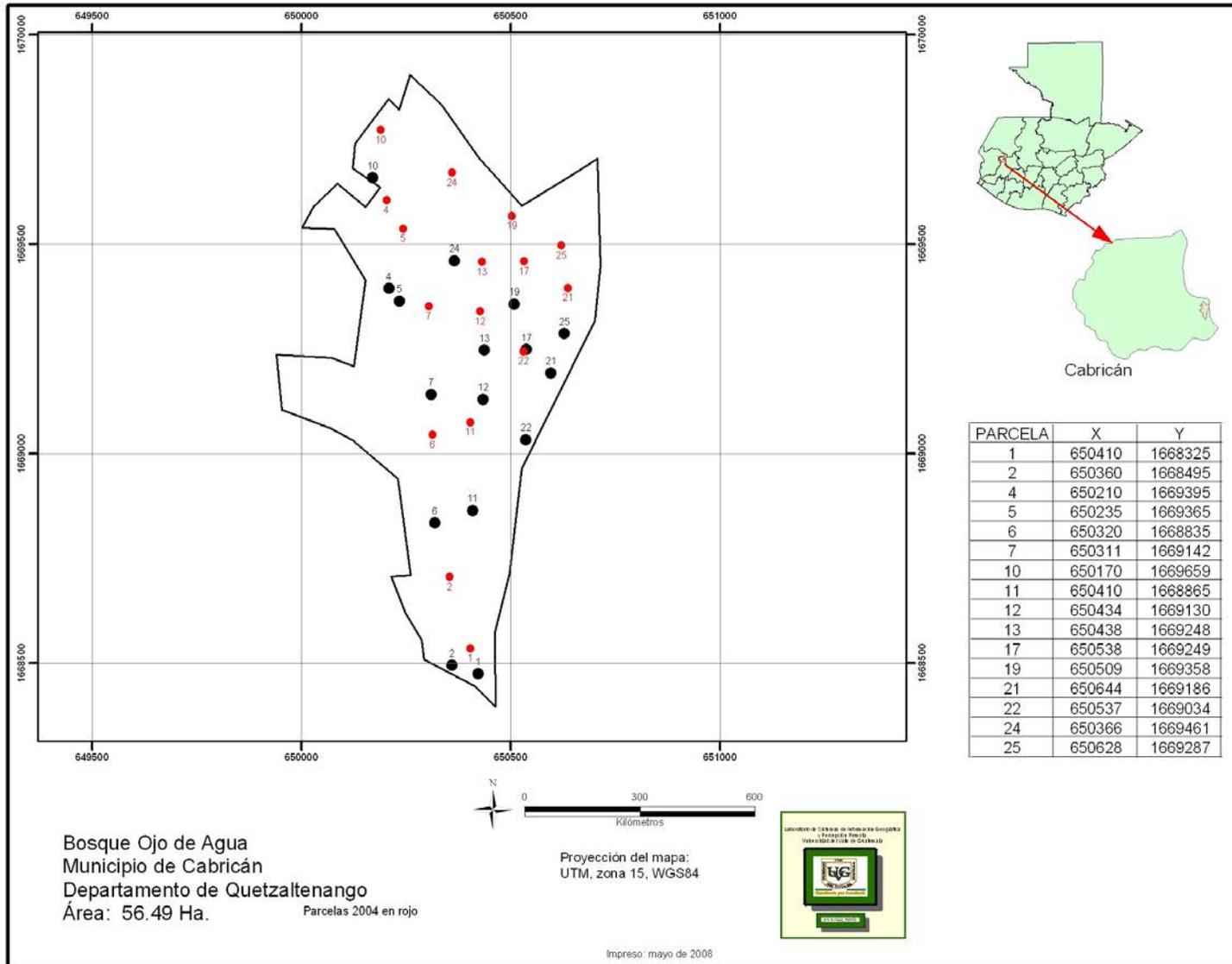
Anexo 3: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Txemuj. Años 2004 y 2008



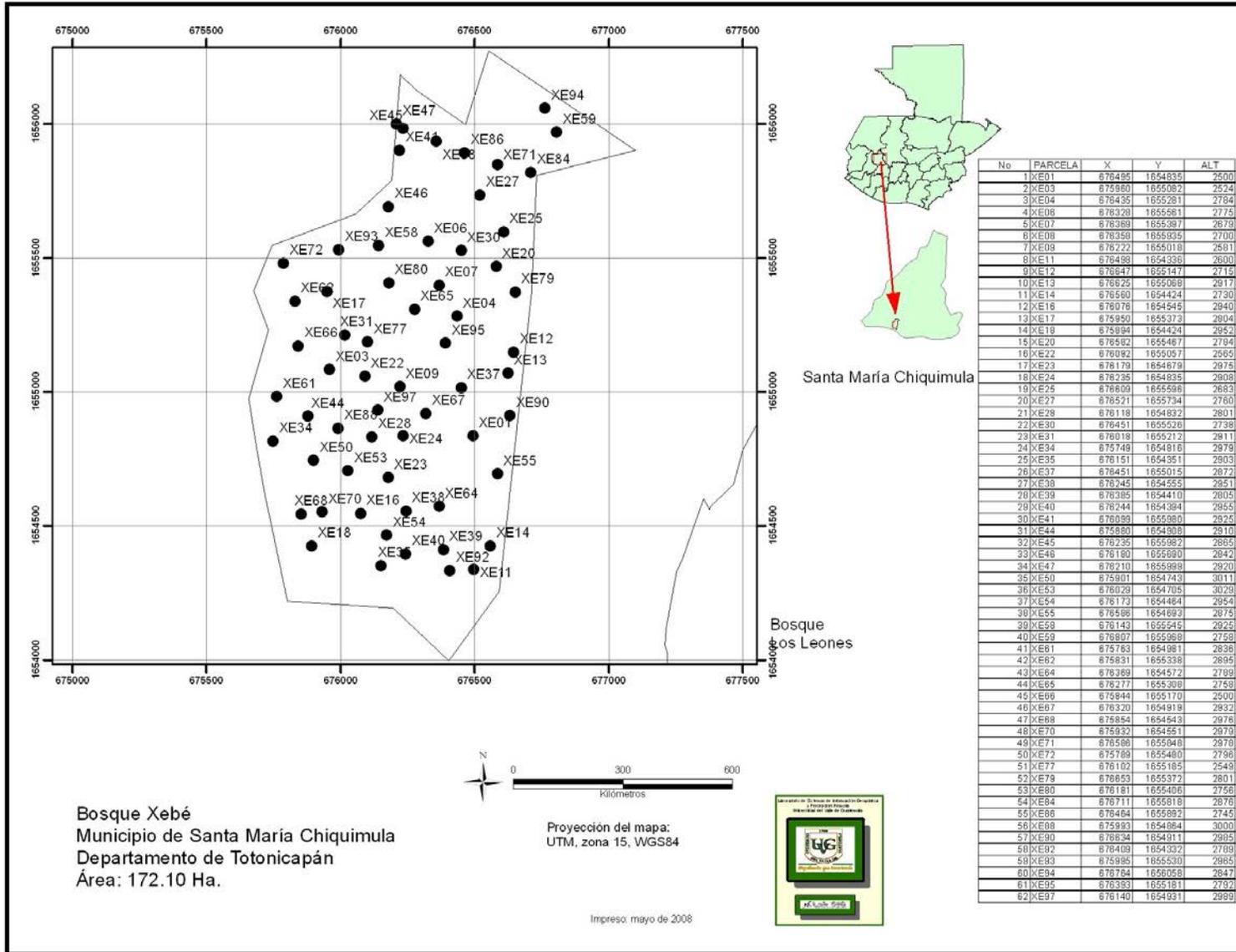
Anexo 4: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Cebollín. Años 2004 y 2008



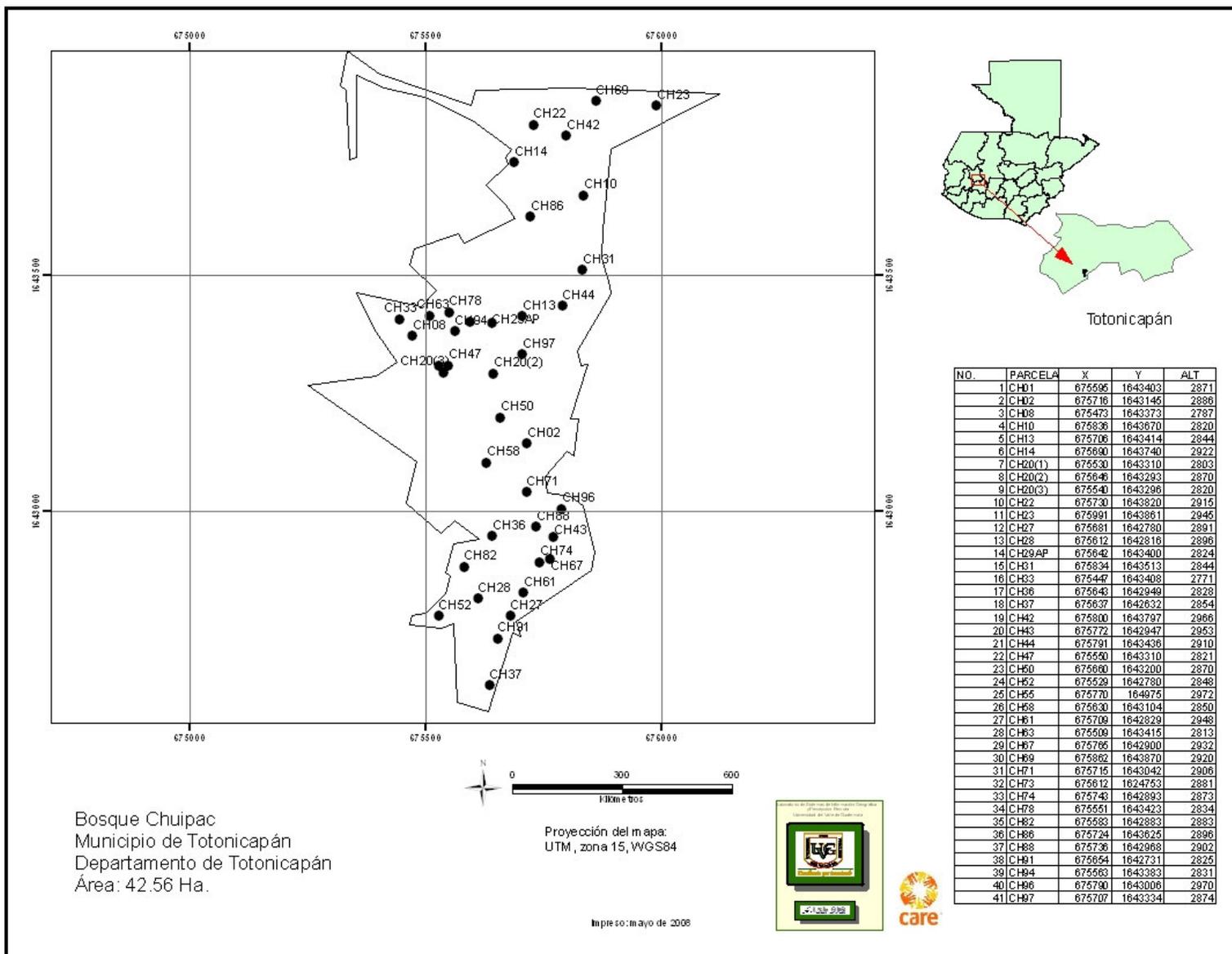
Anexo 5: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Ojo de Agua. Años 2004 y 2008



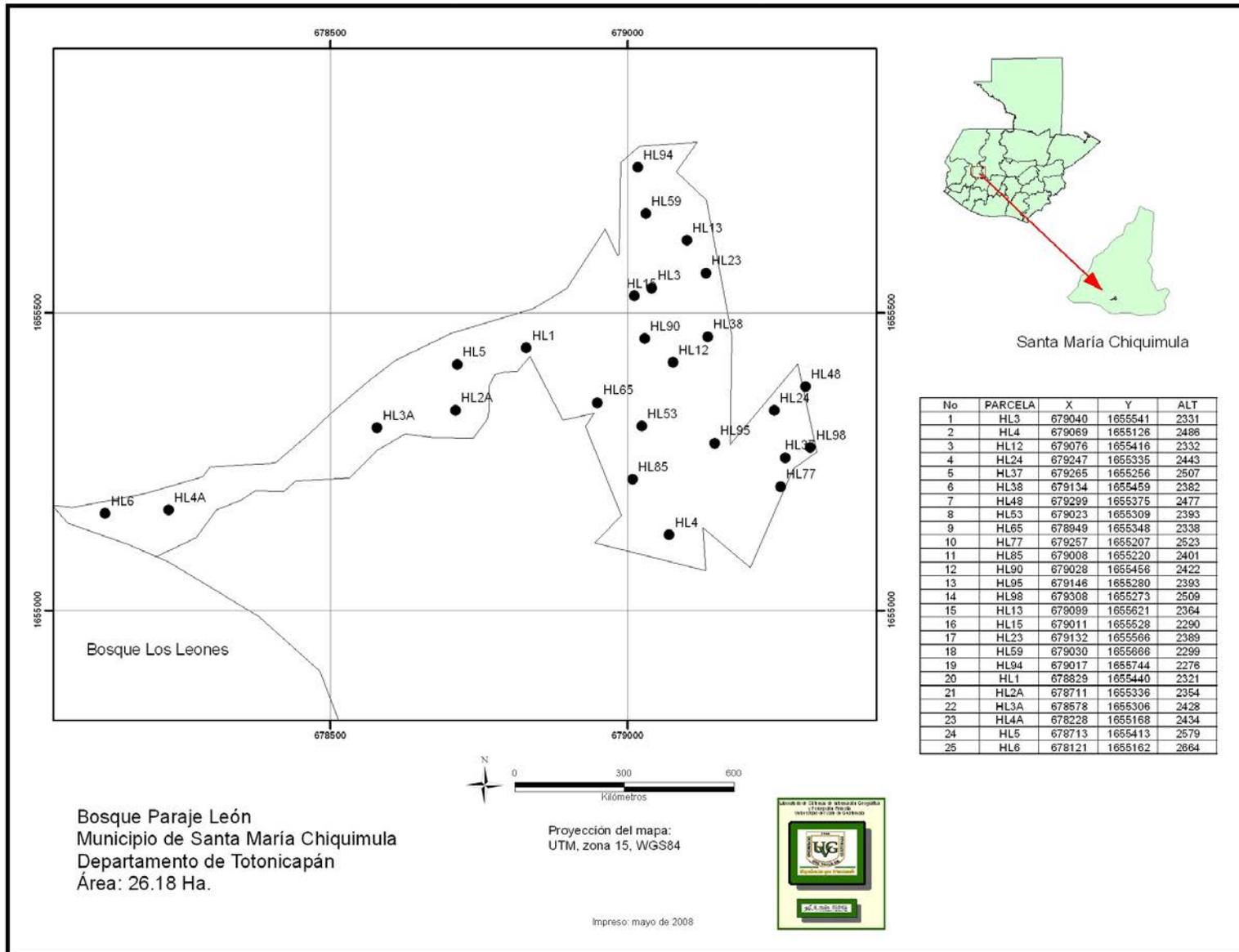
Anexo 7: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Xebé. Año 2008.



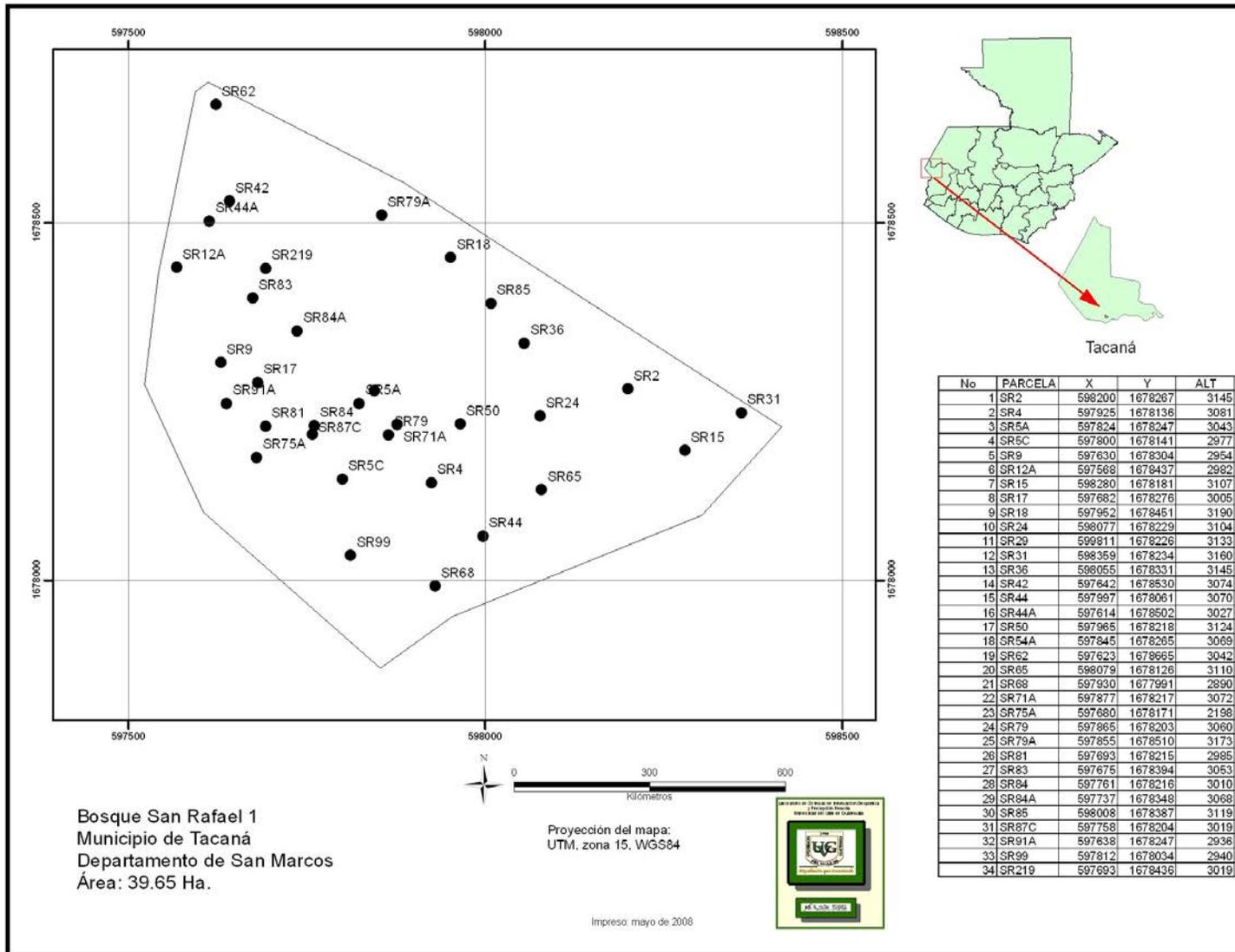
Anexo 8: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Chuipac. Año 2008.



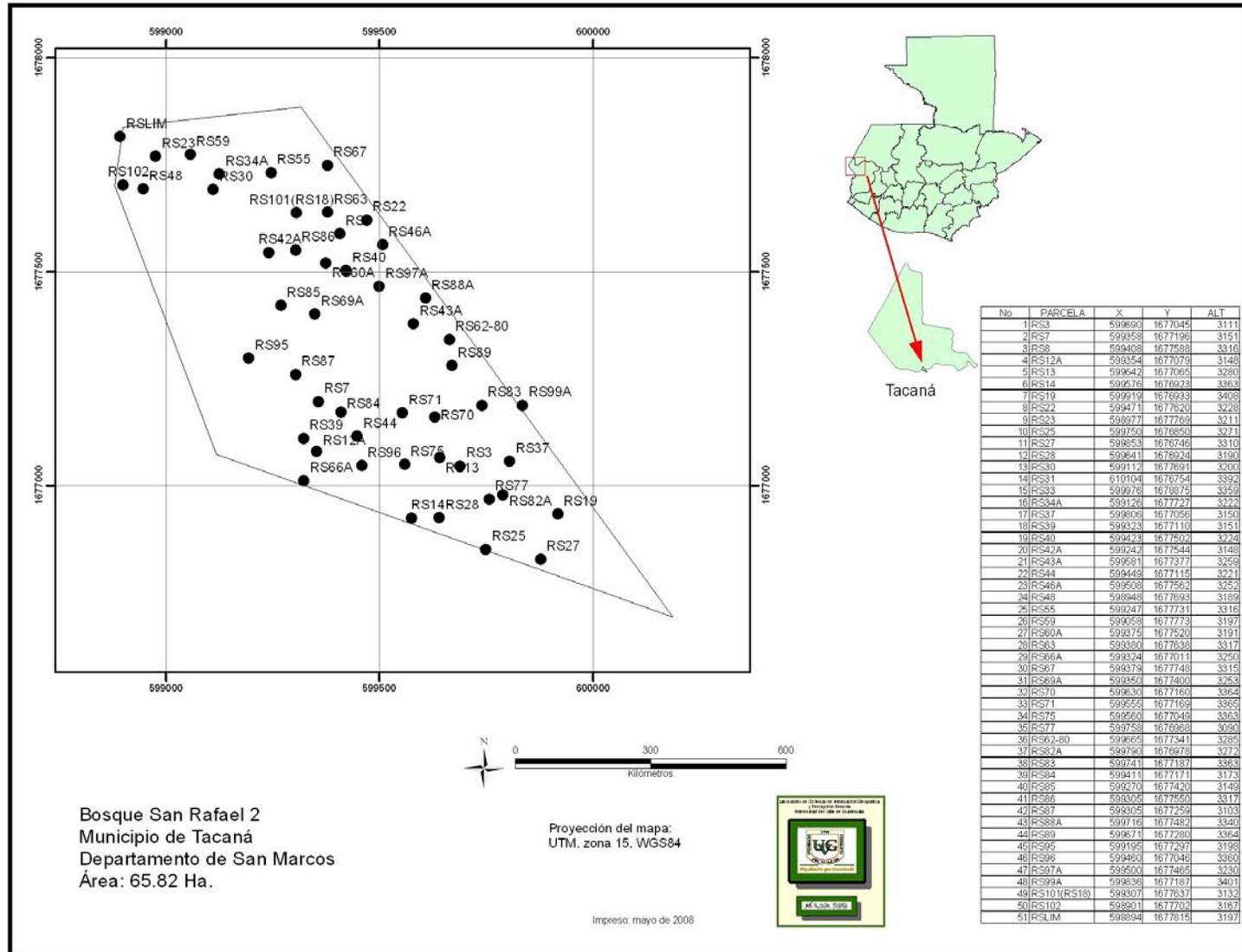
Anexo 9: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Leoncitos. Año 2008.



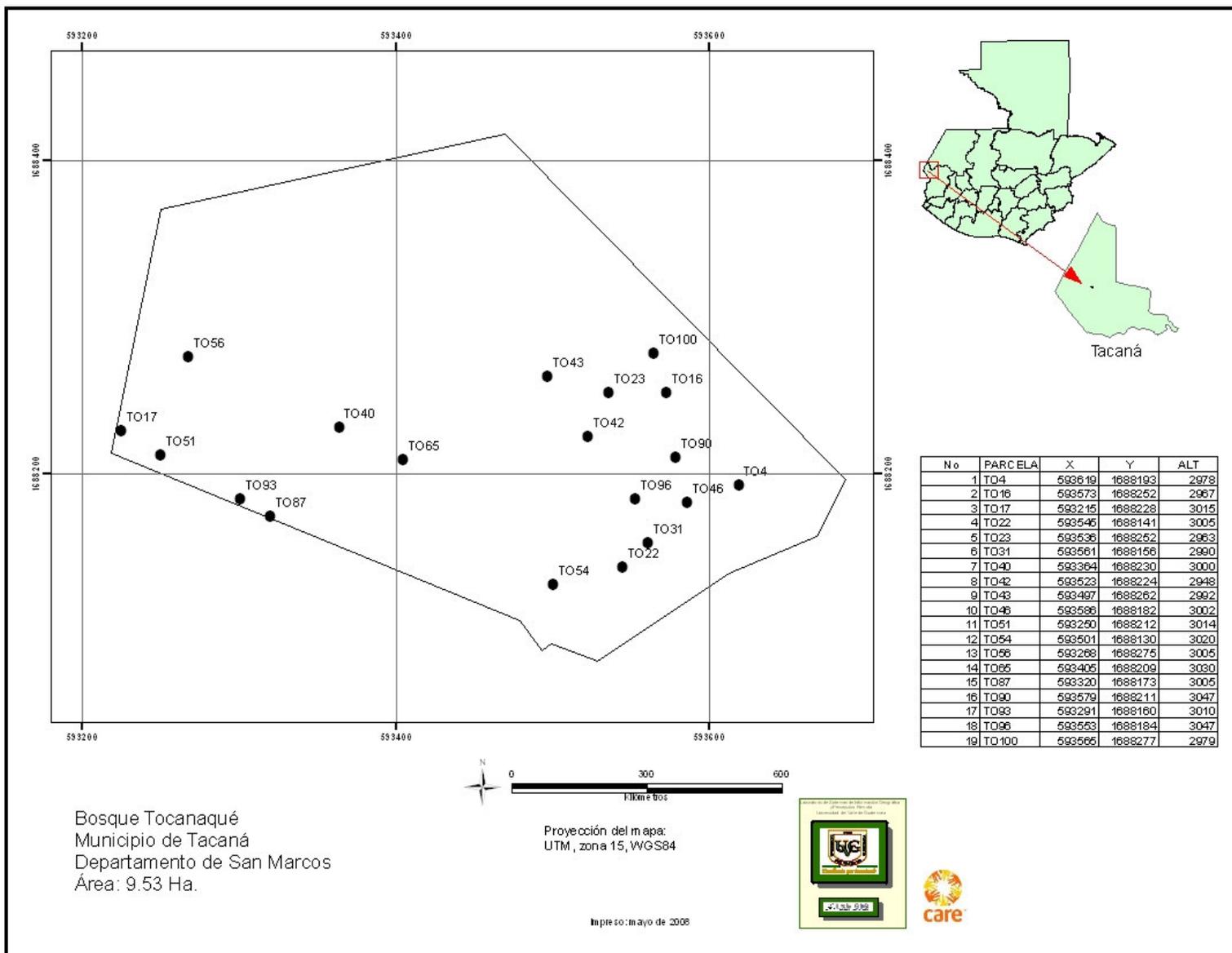
Anexo 10: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque San Rafael 1. Año 2008.



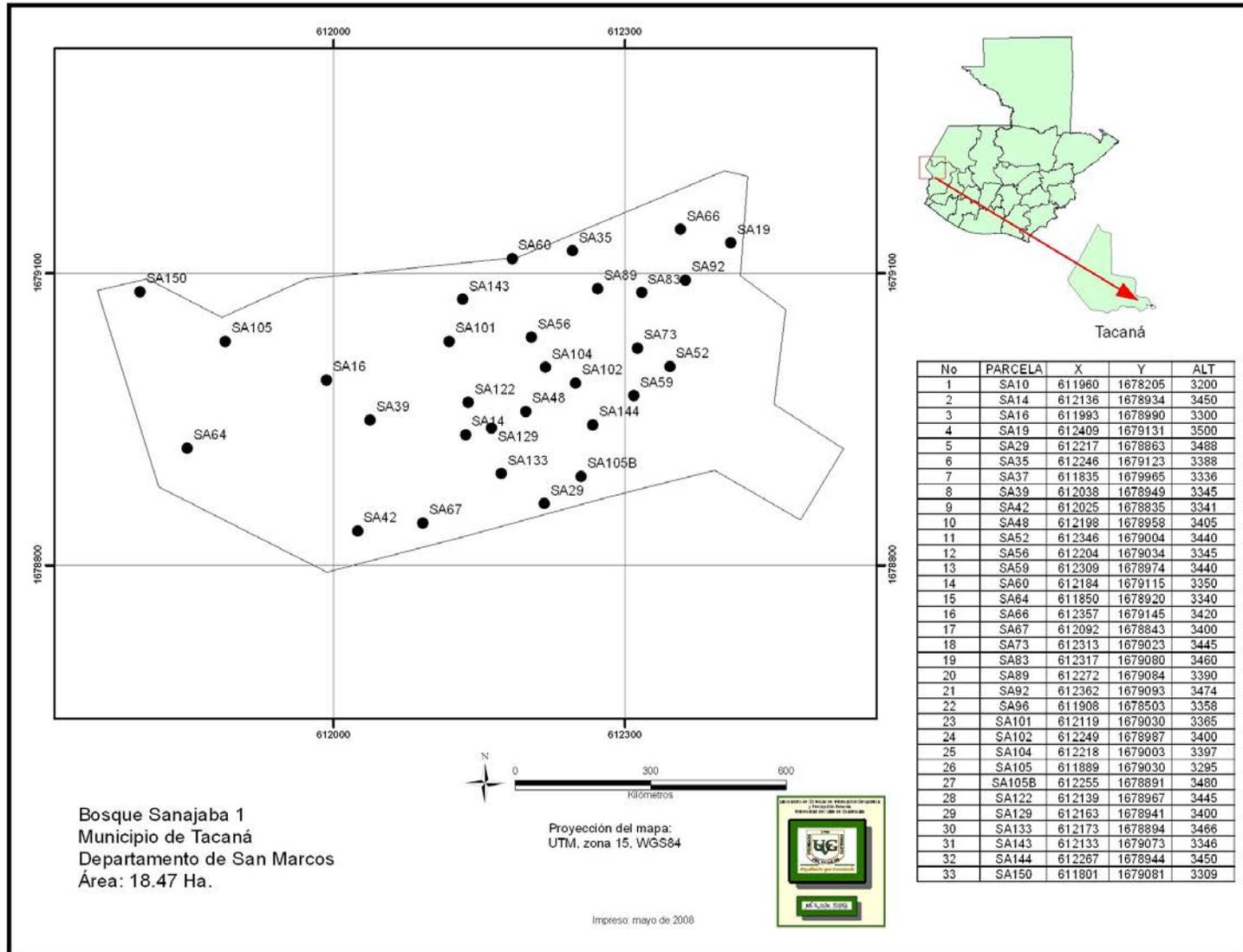
Anexo 11: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque San Rafael 2. Año 2008.



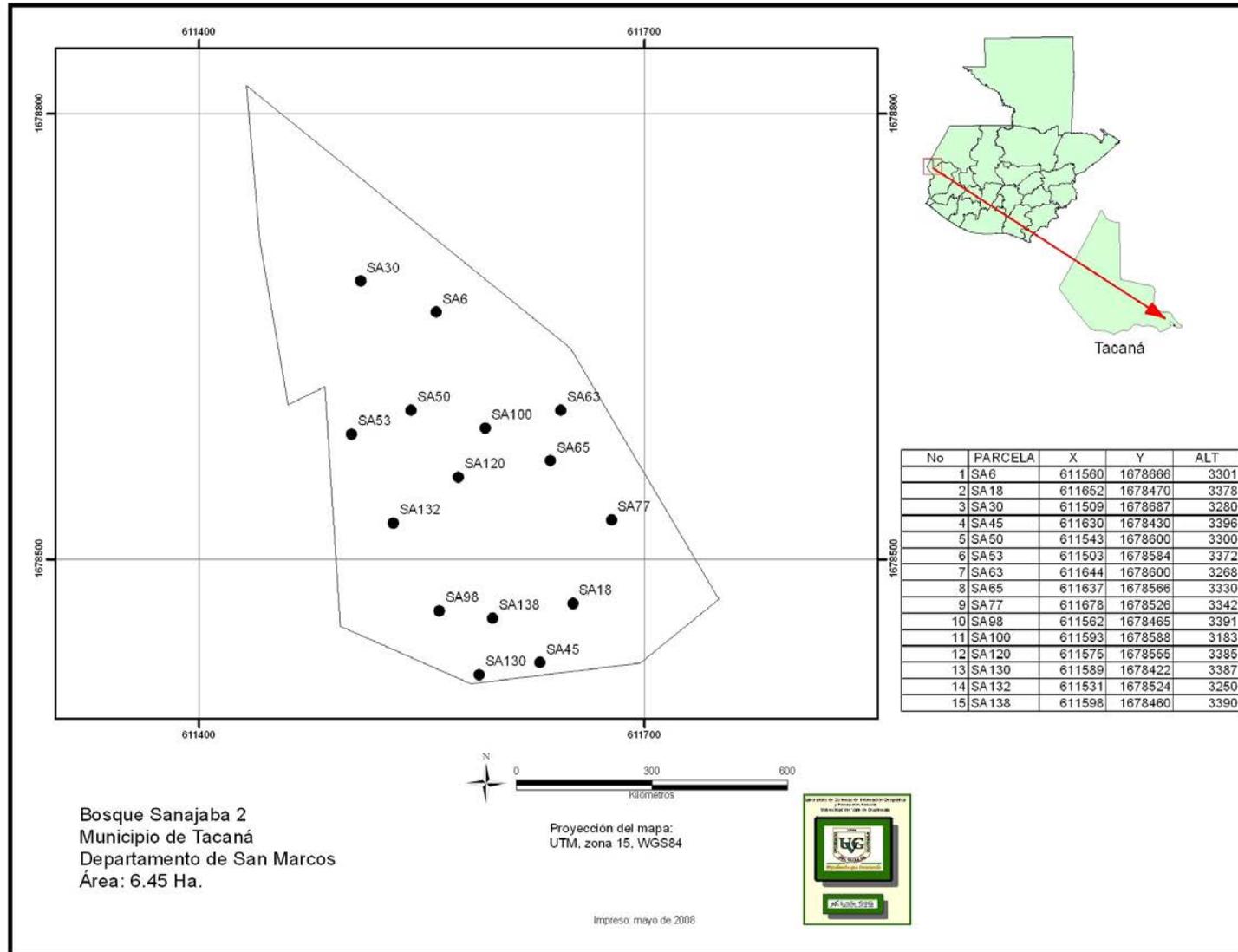
Anexo 12: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Tocanaqué. Año 2008.



Anexo 13: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Sanajabá 1. Año 2008.



Anexo 14: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Sanajabá 2. Año 2008.



Anexo 15: Ubicación de las parcelas muestreadas en el Bosque Paxoj. Año 2008

