



Ingeniera forestal del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (adriana.aguilar@sinac.go.cr)



Consultor (jfallas56@gmail.com)

Segundo Inventario Forestal Nacional de Costa Rica: Construyendo nuevas experiencias a partir del IFN 2012-2015

Adriana Aguilar Porras
Jorge Fallas Gamboa



El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) es una dependencia del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), creado mediante el Artículo 22 de la Ley de Biodiversidad No. 7788 del año 1998; posee personalidad jurídica instrumental y ejerce sus funciones como un sistema de gestión y coordinación institucional, desconcentrado y participativo. Integra las competencias en materia forestal, vida silvestre, áreas protegidas y protección y conservación del uso de las cuencas hidrográficas y sistema hídricos, con el fin de crear políticas, planificar y ejecutar procesos dirigidos a lograr la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales del país.

Uno de sus mandatos en materia forestal, es la ejecución del inventario y la evaluación de los recursos forestales del país, de su aprovechamiento e industrialización, según la Ley Forestal No. 7575, en el Artículo 6, inciso h. Para cumplir con este mandato, en el año 2000, el SINAC participó juntamente con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en la ejecución del inventario forestal nacional piloto (IFN) en el marco de la Evaluación de Recursos

Forestales Mundiales (FRA) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Kleinn, Ramírez, Chaves & Lobo, 2001).

El Inventario Forestal Nacional 2012-2015 (IFN) marcó un hito en la historia forestal costarricense al concluir con éxito el primer inventario forestal con un alcance nacional y ejecutado mayormente por profesionales forestales costarricenses con el apoyo financiero y técnico del Programa Regional REDD/CCAD-GIZ (Programa REDD/CCAD-GIZ-SINAC, 2015).

El objetivo del IFN fue determinar las existencias, características y el estado de los recursos forestales del país como base para orientar el ordenamiento de las tierras forestales en la toma de decisiones para su manejo y administración. En este inventario se midieron y validaron datos de campo de 276 parcelas utilizando un muestreo estratificado. El **Cuadro 1** con-signa la distribución de las parcelas por las categorías utilizadas por FAO en la FRA.

Para realizar el trabajo de campo, el país se dividió en cinco regiones operativas (i: Pacífico Norte y Valle Central; ii: Pacífico Central y Sur; iii: Zona Norte y Caribe Norte; iv: Caribe Central y Sur y v: sitios de difícil acceso en la Cordillera de Talamanca). Se contrataron ingenieros forestales con experiencia para ser jefes de los equipos de campo, así como un ingeniero coordinador de las campañas de campo. También se contrataron responsables del control de calidad y del análisis de datos. Todos los diferentes procesos fueron supervisados por personal de la antigua Gerencia de Manejo de Recursos Naturales de la Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (SINAC-Programa REDD-CCAD-GIZ, 2015a; 2015b; 2015c).

El próximo IFN 2020-2034 incluye una serie de mejoras, entre ellas la más importante para el SIMOCUTE es que estará enfocado en bosques y otras tierras

Cuadro 1. Número de parcelas por estrato del primer IFN de Costa Rica 2012-2015.

Categorías FRA	Estrato	No. de parcelas
Bosque	Bosque de palma	15
	Bosque maduro	68
	Bosque decíduo	16
	Bosque secundario	68
	Plantación forestal	20
	Rodal de mangle	16
	Subtotal	203
Otras tierras con árboles	Pasto con árboles	71
	Total forestal	274
Otras tierras boscosas	Páramo	0
Otras tierras	No forestal	2
TOTAL		276

Fuente: SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ (2015a).

con árboles para medir los cambios los cambios de cobertura y uso de la tierra. Otra de las novedades de este segundo IFN es que SINAC ha asumido el reto de la institucionalización del mismo, lo cual significa que asumirá su planificación, ejecución, seguimiento, control y cierre de ciclos con recursos propios y por supuesto con el apoyo de sus principales cooperantes como el Servicio Forestal de Estados Unidos, FAO, REDD+, SIMOCUTE y la academia costarricense.

La información que se genera en el IFN es la línea base para el reporte de datos o indicadores considerados en el Plan Estratégico SINAC 2016-2026, el Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2011-2020; la Estrategia y Plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al cambio climático, la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025, la Estrategia REDD+ Costa Rica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el objetivo 15 sobre Vida de Ecosistemas Terrestres.

La institucionalización del IFN requiere establecer un marco de condiciones organizativas y técnicas integradas, de modo que se permita asegurar el compromiso financiero y el marco de acción institucional requerido para garantizar su ejecución en el tiempo.

El enfoque funcional-administrativo adoptado involucra tanto instancias políticas como técnicas del SINAC con el propósito de que las actividades y tareas del IFN se ejecuten de manera eficaz y eficiente, garantizando una cobertura del

territorio nacional, así como la recolección, procesamiento y difusión de datos de alta calidad.

Entre los años 2017 y 2019 se estableció un grupo de trabajo liderado por el Departamento de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (CUSBSE) de la Secretaría Ejecutiva, con el apoyo del Departamento de Información y Regularización Territorial (IRT) de la Secretaría Ejecutiva, el Comité Consultivo del IFN (integrado por SINAC, CENIGA, Servicio Forestal de Estados Unidos, FAO y sociedad civil) y personal directivo y operativo de recursos forestales de las Áreas de Conservación, para realizar la planificación y prácticas de campo del IFN. Dicho equipo contó con el apoyo logístico y financiero del Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) en el marco de desarrollo del *Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)* (<https://simocute.org/>), FAO y el Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS-USDA). Dicho esfuerzo institucional se plasmó de la siguiente manera:

- Rediseño del IFN 2020-2034, el cual se plasmó en el documento *Propuesta para ajustes al diseño del Inventario Forestal Nacional de Costa Rica en el marco del SIMOCUTE* en el 2017.
- En el 2018, con la colaboración del programa *SilvaCarbon* de los EE. UU y el apoyo profesional del Servicio Forestal de los Estados Unidos se completó el *Estudio piloto sobre*

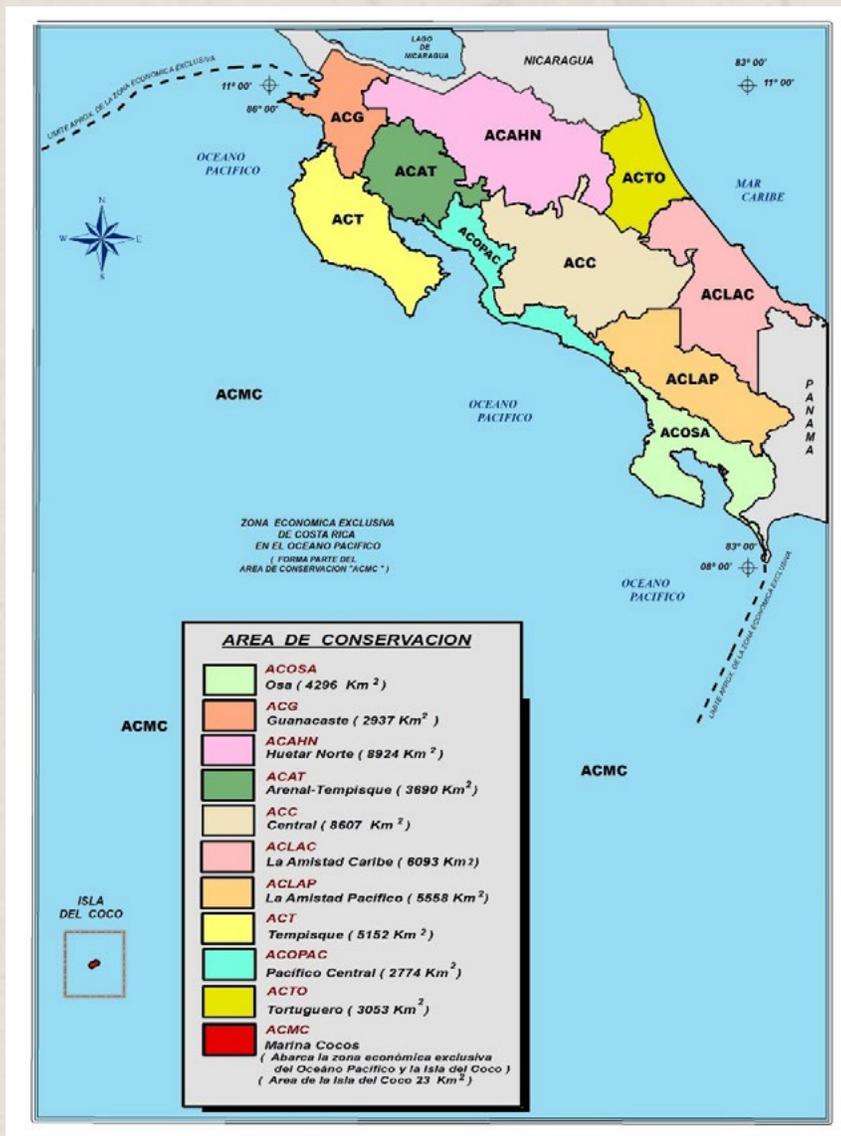


Figura 1. Mapa de las Áreas de Conservación que conforman el SINAC.

los ajustes propuestos al diseño e implementación del IFN de Costa Rica.

- En de junio del 2018 el Foro de Directores de Recursos Forestales y Vida Silvestre de las Áreas de Conservación acordaron asumir la

elaboración del segundo IFN y por ende su implementación.

- En mayo del 2019 se realizó una práctica de campo en la Estación Experimental Forestal Horizontes del Área Conservación Guanacaste. El objetivo del ejercicio fue

presentar a las personas colaboradoras del SINAC que se encargarán de realizar el levantamiento de datos de campo los objetivos del IFN y realizar una práctica de campo utilizando la aplicación *Silvameetricus* para tabletas con sistema Android. Siguiendo el esquema de trabajo del primer IFN (2012-2015), cada cuadrilla será liderada por una persona y todas ellas estarán a cargo del coordinador de las campañas de campo, quien a su vez será supervisado por el director del IFN.

- El inicio formal del IFN 2020-2034 se oficializó mediante oficio SINAC-DE-1244-2019 del 19 de agosto del 2019.

Uno de los objetivos del Plan Estratégico SINAC 2016-2026 es establecer un sistema de gestión del conocimiento que permita mejorar la toma de decisiones; el cual incluye una iniciativa estratégica

orientada a generar información detallada del estado de los ecosistemas y tierras forestales para la toma de decisiones. A través de esta iniciativa estratégica, el SINAC por primera vez ha programado recursos en el Plan Presupuestario 2020 para realizar la medición de parcelas, la compra de equipo para la recopilación de datos en campo, capacitaciones y coordinaciones internas y con otras instituciones. De las once áreas de conservación del SINAC (**Figura 1**), solo las diez continentales forman parte de la población de interés; excluyéndose el Área de Conservación Marina Cocos (ACMC).

A partir de las lecciones aprendidas, de las experiencias gerenciales y de campo adquiridas en el IFN 2012-2015, y según las necesidades de datos e información, se adoptaron los siguientes cambios para satisfacer las necesidades de largo plazo:



Figura 2. Ejemplos de ubicación de parcelas en tres tipos de estratos: A) bosque, B) pasto con árboles, C) rodal de mangle.

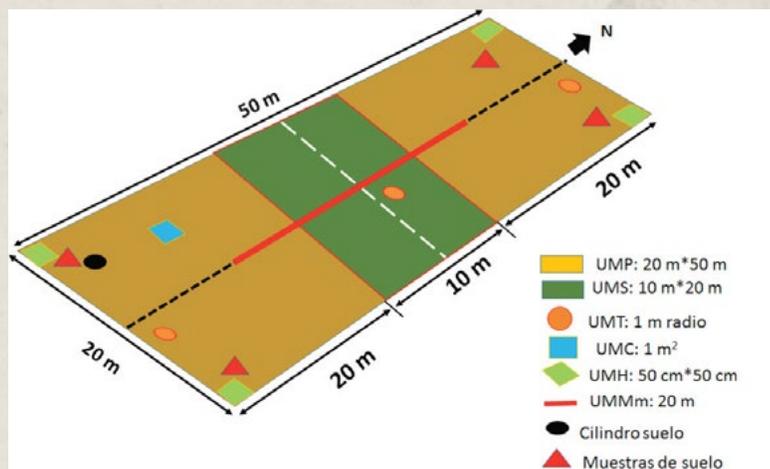


Figura 3. Diseño de parcela de campo para recolectar datos en el Inventario Forestal Nacional (UMP: Unidad muestral primaria, UMS: Unidad muestral secundaria; UMT: Unidad muestral terciaria, UMC: Unidad muestral cuaternaria; UMH: Unidad muestral de hojarasca; UMMm: Unidad de muestreo de madera muerta caída).

- La población de interés es todo el territorio continental e insular de Costa Rica. Esto implica muestrear no solo tierras forestales y otras tierras con árboles; sino también otras tierras no consideradas en el IFN 2012-2015, lo cual permite atender las necesidades de otros sectores en forma progresiva según se logre la coordinación interinstitucional y el financiamiento respectivo.
- El SINAC institucionalizó el inventario forestal nacional.
- La fase de campo incorporará elementos tecnológicos como el uso de dispositivos electrónicos móviles y el uso de la aplicación *Silva Metricus* (<http://www.silvahn.com/>) para la toma de datos de campo.

- El análisis estadístico de los datos se realizará utilizando la aplicación *Silva Metricus* para escritorio.

- Otra herramienta que se utilizará en el IFN 2020-2034 será el sistema de información para la gestión de inventarios forestales nacionales, en el cual se almacenarán los datos del IFN, permitiendo asegurar la transparencia y seguridad de los datos, así como organizar la información por parcelas, campañas, usuarios, cuadrillas e inventarios.

- El diseño de muestreo será doble para post-estratificación. En la primera fase se realizará una interpretación visual de cobertura y uso de la tierra utilizando imágenes satelitales y la malla de puntos adoptada por el SIMOCUTE como marco muestral. En la segunda fase se medirán las parcelas en campo (**Figura 2**).

- La totalidad de las parcelas se medirán en ciclos de 5 años, lo cual permite generar datos anuales o bianuales de la totalidad del territorio nacional.

La unidad de muestreo utilizada en campo serán parcelas rectangulares de 50 m de largo por 20 m de ancho (1000 m²) para medir árboles con diámetro a la altura del pecho mayor a diez centímetros y

otras sub-parcelas para medir: árboles pequeños con diámetro a la altura del pecho menor a diez centímetros, regeneración arbórea, arbustos y palmas, abundancia de herbáceas, hojarasca en el suelo, madera muerta caída y muestras de suelo (SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ, 2014a; 2014b). La **Figura 3** muestra el diseño de la parcela utilizado en el IFN 2012-2015, mismo que se utilizará en el IFN 2020.

La institucionalización del IFN permitirá fortalecer capacidades en diferentes áreas de conocimiento como: uso de software para la gestión de información, uso de herramientas como *Collect Earth On Line* para interpretación de imágenes de satélite, usos de sistemas de información geográfica (SIG), dendrología, análisis de datos y administración de proyectos forestales de escala nacional. Sin duda,



Figura 4. Funcionarios de las áreas de conservación en práctica de campo del IFN.

todas las actividades de capacitación e implementación se traducirán en una mayor integración del personal colaborador del IFN, generando una verdadera coordinación en el sistema (**Figura 4**).

La puesta en marcha del inventario forestal 2020-2034 requerirá de la remediación de parcelas del IFN 2012-2015 y del establecimiento de nuevas. La selección y distribución espacial de las parcelas a remedir y de las nuevas se realizó utilizando la herramienta *ordenar* y el algoritmo *curva* de Peano de ArcGIS. El procedimiento asigna un orden espacial a cada parcela del IFN 2012-2015 y a las parcelas del nuevo diseño (Lister y Scott, 2009). Una vez conocido su orden espacial se utilizó un archivo Excel preparado por Charles Scott, estadístico jubilado del Servicio Forestal de Estados Unidos para elegir las

parcelas a remedir y medir aquellas que lo requerían por primera vez. La **Figura 5** muestra la distribución espacial de las 441 parcelas a medir en el nuevo diseño a implementar entre 2020 y 2034.

La transición del diseño del IFN 2012-2015 al diseño IFN 2020-2034 será progresiva, con el objetivo de evitar la pérdida de información del primer inventario y a la vez implementar el nuevo diseño con miras a un sistema de monitoreo

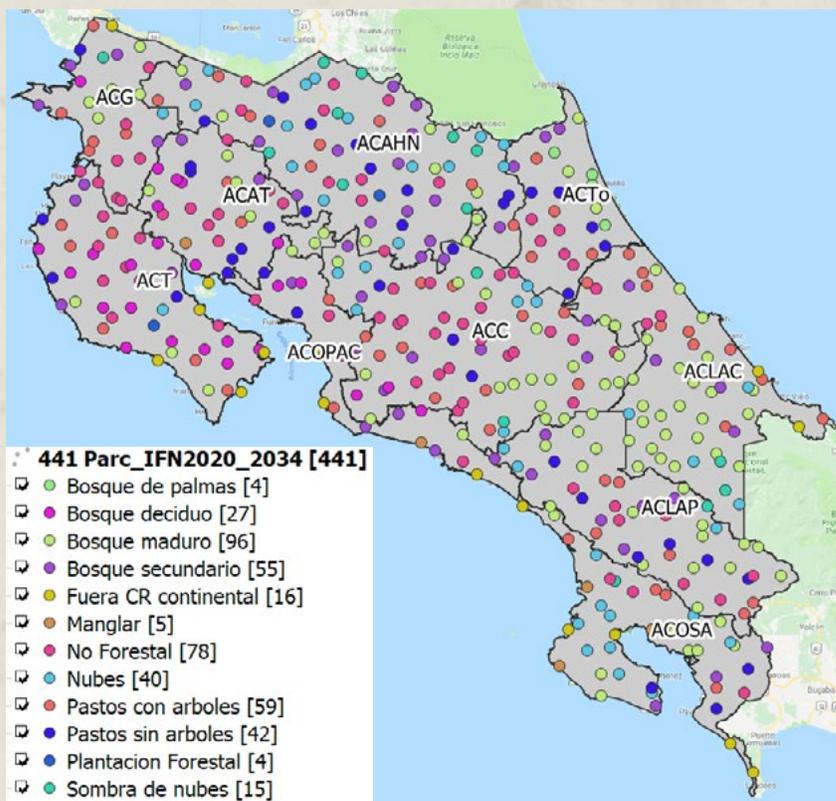


Figura 5. Ubicación de parcelas a mensurar en el INF 2020-2034.

forestal continuo que se realizará en ciclos de cinco años. El IFN 2012-2015 corresponde al ciclo 1, el IFN 2020-2024 es el ciclo 2, en el cual se remedirán dos tercios de las parcelas del ciclo 1 y se medirá un tercio de las parcelas nuevas. El IFN 2025-2029 será el ciclo 3 en el cual se remedirá un tercio de las parcelas del ciclo 1 y se medirán dos tercios de parcelas nuevas. Para el IFN 2030-2034, que corresponde al ciclo 4, se habrá logrado la transición completa al nuevo diseño y SINAC podrá continuar la remediación de parcelas permanentes. La **Figura 6** ilustra la distribución de parcelas a remedir en el primer año del ciclo 2

(37) así como las parcelas a establecer del nuevo diseño (51); en total se medirán 88 parcelas cada año.

Las lecciones aprendidas durante la planificación del IFN y su institucionalización radican principalmente en mejoras en las áreas de comunicación, integración y participación de personas interesadas, tanto de las diferentes unidades técnicas y administrativas del SINAC, como de otras instituciones, ya que este es un esfuerzo técnico científico de escala nacional, el cual requiere la gestión de muchos recursos humanos, financieros y capitales. El



Figura 6. Ubicación de parcelas a remedir del IFN 2012-2015 y nuevas parcelas a medir en el año 1 del ciclo 2 (año 2020).

IFN requiere el apoyo de todos los niveles de la jerarquía institucional del SINAC, por lo que es de vital importancia definir una estructura de gobernanza con roles, funciones y requisitos claramente definidos, vinculantes y supervisados, del conocimiento y aprobación de todas las direcciones de las Áreas de Conservación, de la Dirección de la Secretaría Ejecutiva y de las personas jefes del MINAE.

Costa Rica forma parte de una red de apoyo de países de América Latina y el

Caribe sobre inventarios forestales nacionales que reciben apoyo de la FAO, cuyo objetivo es compartir experiencias aprendidas, mejorar metodologías de trabajo y brindar apoyo entre los países. La participación de Costa Rica en estas actividades ha permitido visualizar que SINAC con el apoyo de CENIGA, FAO, el Servicio Forestal de Estados Unidos, REDD y GIZ, ha logrado importantes avances principalmente en el fortalecimiento de

capacidades técnicas, lo cual nos posiciona como referente en la región.

El siguiente desafío es lograr la ejecución y el control efectivo del IFN 2020-2034, para lo cual será indispensable mantener una estrecha coordinación, cumpliendo los cronogramas establecidos, supervisando la calidad, gestionando los riesgos oportunamente, y sobre todo, disfrutar todo el aprendizaje que este gran ejercicio nos proporcionará y cuyos resultados permitan hacer aportes relevantes al sector forestal nacional

Referencias

- Kleinn, C., Ramírez, C. Chaves, G. Lobo, S. (2001). Pilot forest inventory in Costa Rica for the Global Forest Survey (GFS) Initiative of FAO FRA. Report to FAO FRA. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/15543-0194951258eb2f005a62668eb-c1b7553d.pdf>
- Lister, A.; Scott, C. T. (2009). Use of space-filling curves to select sample locations in natural resource monitoring studies. *Environmental Monitoring and Assessment*, 149, 71-80. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0184-y>
- Programa REDD/CCAD-GIZ-SINAC. (2015). Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales. Preparado por: Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Emanuelli, J., Jiménez, A. y Chavarría, M.I. Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) Costa Rica. San José, Costa Rica. 380 p. Disponible en https://www.sirefor.go.cr/pdfs/INF_CostaRica_ParaWeb.pdf
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015a). Cartografía base para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014. Preparado por Ortiz, E. et al. como consultor para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 52 p.
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015b). Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014: Marco conceptual y metodológico para las fases de pre muestreo y muestreo. Compilado por el Ing. Jorge Fallas Gamboa para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, ejecutado por el SINAC dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 134 p. Disponible en <https://www.sirefor.go.cr/pdfs/Volumen4-MarcoC-Imprenta.pdf>
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015c). Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014: Marco conceptual y metodológico para las fases de pre muestreo y muestreo. Compilado por el Ing. Jorge Fallas Gamboa para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, ejecutado por el SINAC dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 134 p.
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ (2014a). Manual de campo para el inventario forestal nacional de Costa Rica: Diseño de parcela y medición de variables de sitio y dasométricas. Preparado por Jorge Fallas – consultor para el Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ). San José, Costa Rica. 74 p
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ (2014b). Protocolo de campo para la identificación de especies arbóreas: Información taxonómica y dendrológica de las especies arbóreas de Costa Rica. 2014. Preparado por Nelson Zamora - Especialista en dendrología Tropical y consultor para el Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ). San José, Costa Rica. 168 p.