Forest Inventory

Basic knowledge

Módulos relacionados

- Agroforestería
- Aprovechamiento maderero
- Áreas protegidas
- Certificación forestal
- Gestión de bosques plantados
- Gestión de la fauna silvestre
- Gestión de los incendios de vegetación
- Ordenación territorial
- Planificación de la gestión forestal
- Política forestal
- Productos forestales no madereros
- Restauración de bosques
- Silvicultura en bosques naturales



El módulo del inventario forestal está destinado a las personas involucradas o interesadas en la recopilación de datos sobre los recursos forestales. Permite comprender mejor los tipos y los objetivos de los inventarios forestales y establece los pasos principales que hay que seguir para llevarlos a cabo, desde los métodos de medición hasta la recopilación de datos.

El módulo ofrece información básica y más detallada sobre el inventario forestal, así como enlaces a herramientas para los inventarios forestales y estudios de casos de inventarios forestales eficaces.



El módulo del inventario forestal está destinado a las personas involucradas o interesadas en la recopilación de datos sobre los recursos forestales. Permite comprender mejor los tipos y los objetivos de los inventarios forestales y establece los pasos principales que hay que seguir para llevarlos a cabo, desde los métodos de medición hasta la recopilación de datos.

El módulo ofrece información básica y más detallada sobre el inventario forestal, así como enlaces a herramientas para los inventarios forestales y estudios de casos de inventarios forestales eficaces.

Un inventario forestal consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada. Permite la evaluación del estado actual y sienta las bases del análisis y la planificación, que constituyen el punto de partida de una gestión forestal sostenible. Su importancia radica en que sólo es posible adoptar decisiones que se funden en información fiable y sólida, por lo que es necesario un proceso cíclico de recolección de datos, adopción de decisiones y evaluación de los resultados obtenidos.

Un inventario forestal consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada. Permite la evaluación del estado actual y sienta las bases del análisis y la planificación, que constituyen el punto de partida de una gestión forestal sostenible. Su importancia radica en que sólo es posible adoptar decisiones que se funden en información fiable y sólida, por lo que es necesario un proceso cíclico de recolección de datos, adopción de decisiones y evaluación de los resultados obtenidos.

En general, todas las operaciones relacionadas con un inventario deben seguir al menos los siguientes pasos:

Definición de los objetivos del inventario y la información deseada.

Desarrollo del diseño y los métodos de muestreo.

Recopilación de datos (encuestas sobre el terreno, análisis de datos obtenidos por telepercepción y otras fuentes).

Análisis de datos y publicación de los resultados.

Debido al costo y a las limitaciones de tiempo, los inventarios se suelen llevar a cabo utilizando técnicas **de muestreo**. El principio general del muestreo consiste en seleccionar un subconjunto de una población y obtener conclusiones de la muestra para toda la población. La selección del diseño de muestreo más apropiado se realiza en base a varias consideraciones (en la sección Herramientas del presente módulo se puede consultar más información al respecto). Las dos consideraciones básicas son definir si el objetivo es establecer un sistema monitoreo (mediciones repetidas a lo largo del tiempo) y si se dispone o no de información auxiliar (es decir: fotografías aéreas o imágenes de satélite).

Los principales factores que determinan la metodología general son la **finalidad** y el **alcance/escala** del inventario.

Se han de definir claramente la **finalidad** (objetivo o meta) y el público objetivo/usuarios del inventario forestal, y se debe resaltar el interés principal de la recolección de datos en base a las necesidades de información de los usuarios. Mientras que en el pasado la finalidad de los inventarios forestales era principalmente evaluar la disponibilidad de madera, en los últimos años el bosque se considera un ecosistema complejo con varios elementos (incluidos los seres humanos) que interactúan entre sí. En la actualidad, un inventario forestal se concibe como un **inventario forestal con múltiples objetivos** y a su realización contribuyen expertos en diferentes campos, como por ejemplo: muestreo, mapeo, tecnologías de la información, ciencias sociales, teledetección, medición y elaboración de modelos, a fin de evaluar las múltiples funciones que cumplen los bosques y los árboles.

Por lo que se refiere al **alcance/escala**, se puede incluir un amplio abanico de necesidades y, por consiguiente, de enfoques. Los inventarios forestales mundiales están dirigidos a determinar el alcance y el estado de los recursos forestales a nivel global (por ejemplo, la Evaluación de los Recursos Forestales que la FAO lleva a cabo desde 1946 que sirve también como mecanismo para armonizar terminología y definiciones).

Los inventarios de zonas más pequeñas se suelen realizar con objetivos más específicos, relacionados a menudo con la planificación y las operaciones forestales. Entre ellos figuran los inventarios regionales (partes de la superficie de un país), los inventarios de reconocimiento (un análisis aproximado de los recursos forestales de una zona limitada), un muestreo diagnóstico para orientar la gestión forestal y operaciones silvícolas, los estudios de explotación (que se centran en evaluar la disponibilidad de madera que se puede recolectar y planificar las operaciones de corta y aprovechamiento), los inventarios posteriores al aprovechamiento (con objeto de analizar la regeneración y los daños causados por las operaciones de aprovechamiento forestal) y el seguimiento de la sanidad forestal (a menudo vinculado con operaciones de corta de recuperación).

En general, todas las operaciones relacionadas con un inventario deben seguir al menos los siguientes pasos:

Definición de los objetivos del inventario y la información deseada.

Desarrollo del diseño y los métodos de muestreo.

Recopilación de datos (encuestas sobre el terreno, análisis de datos obtenidos por telepercepción y otras fuentes).

Análisis de datos y publicación de los resultados.

Debido al costo y a las limitaciones de tiempo, los inventarios se suelen llevar a cabo utilizando técnicas **de muestreo**. El principio general del muestreo consiste en seleccionar un subconjunto de una población y obtener conclusiones de la muestra para toda la población. La selección del diseño de muestreo más apropiado se realiza en base a varias consideraciones (en la sección Herramientas del presente módulo se puede consultar más información al respecto). Las dos consideraciones básicas son definir si el objetivo es establecer un sistema monitoreo (mediciones repetidas a lo largo del tiempo) y si se dispone o no de información auxiliar (es decir: fotografías aéreas o imágenes de satélite).

Los principales factores que determinan la metodología general son la **finalidad** y el **alcance/escala** del inventario.

Se han de definir claramente la **finalidad** (objetivo o meta) y el público objetivo/usuarios del inventario forestal, y se debe resaltar el interés principal de la recolección de datos en base a las necesidades de información de los usuarios. Mientras que en el pasado la finalidad de los inventarios forestales era principalmente evaluar la disponibilidad de madera, en los últimos años el bosque se considera un ecosistema complejo con varios elementos (incluidos los seres humanos) que interactúan entre sí. En la actualidad, un inventario forestal se concibe como un **inventario forestal con múltiples objetivos** y a su realización contribuyen expertos en diferentes campos, como por ejemplo: muestreo, mapeo, tecnologías de la información, ciencias sociales, teledetección, medición y elaboración de modelos, a fin de evaluar las múltiples funciones que cumplen los bosques y los árboles.

Por lo que se refiere al **alcance/escala**, se puede incluir un amplio abanico de necesidades y, por consiguiente, de enfoques. Los inventarios forestales mundiales están dirigidos a determinar el alcance y el estado de los recursos forestales a nivel global (por ejemplo, la Evaluación de los Recursos Forestales que la FAO lleva a cabo desde 1946 que sirve también como mecanismo para armonizar terminología y definiciones).

Los inventarios de zonas más pequeñas se suelen realizar con objetivos más específicos, relacionados a menudo con la planificación y las operaciones forestales. Entre ellos figuran los inventarios regionales (partes de la superficie de un país), los inventarios de reconocimiento

(un análisis aproximado de los recursos forestales de una zona limitada), un muestreo diagnóstico para orientar la gestión forestal y operaciones silvícolas, los estudios de explotación (que se centran en evaluar la disponibilidad de madera que se puede recolectar y planificar las operaciones de corta y aprovechamiento), los inventarios posteriores al aprovechamiento (con objeto de analizar la regeneración y los daños causados por las operaciones de aprovechamiento forestal) y el seguimiento de la sanidad forestal (a menudo vinculado con operaciones de corta de recuperación).

Inventario forestal contribuye a los ODS:



Módulos relacionados

- Agroforestería
- Aprovechamiento maderero
- Áreas protegidas
- Certificación forestal
- Gestión de bosques plantados
- Gestión de la fauna silvestre
- Gestión de los incendios de vegetación
- Ordenación territorial
- Planificación de la gestión forestal
- Política forestal
- Productos forestales no madereros
- Restauración de bosques
- Silvicultura en bosques naturales

Inventario forestal contribuye a los ODS:


15
VIDA
DE ECOSISTEMAS
TERRESTRES
17
ALIANZAS PARA
LOGRAR
LOS OBJETIVOS

In more depth

Métodos de medición

Todo inventario forestal se basa en un conjunto de actividades llevadas a cabo en el bosque que se definen como dasometría. La dasometría se ocupa de determinar las dimensiones, la forma, el peso, el crecimiento el volumen y la edad de los árboles, ya sea de manera individual como colectiva, y la dimensión de sus productos.

En cierta medida, la disponibilidad de los recursos financieros y las capacidades del personal determinan las metodologías que se utilizarán. En el caso más favorable, los inventarios forestales sobre el terreno con objetivos múltiples recolectan datos primarios sobre especies arbóreas, el diámetro la altura, el uso del suelo y datos de otro tipo, combinando información de parcelas de muestreo permanente información de teledetección a fin de evaluar la cubierta forestal y otros parámetros.

Métodos de medición

Todo inventario forestal se basa en un conjunto de actividades llevadas a cabo en el bosque que se definen como dasometría. La dasometría se ocupa de determinar las dimensiones, la forma, el peso, el crecimiento el volumen y la edad de los árboles, ya sea de manera individual como colectiva, y la dimensión de sus productos.

En cierta medida, la disponibilidad de los recursos financieros y las capacidades del personal determinan las metodologías que se utilizarán. En el caso más favorable, los inventarios forestales sobre el terreno con objetivos múltiples recolectan datos primarios sobre especies arbóreas, el diámetro la altura, el uso del suelo y datos de otro tipo, combinando información de parcelas de muestreo permanente información de teledetección a fin de evaluar la cubierta forestal y otros parámetros.

Inventario de campo

En el inventario de campo, los equipos de campo recolectan datos sobre el terreno. En el caso de áreas pequeñas de bosque, como por ejemplo áreas de aprovechamiento, es posible (y a menudo necesario) llevar a cabo inventarios al 100 por ciento (también denominados inventarios totales o censo total) en los que se miden todos los árboles del rodal (normalmente a partir de un diámetro mínimo especificado). Por lo que respecta a inventarios de una superficie más grande, como a nivel territorial, provincial o nacional, es probable que un inventario al 100 por ciento sea poco práctico y muy costoso. Por consiguiente, es necesaria una estrategia de muestreo en virtud de la cual las mediciones se realicen en unidades de muestreo permanentes o temporales, y se utilicen posteriormente para estimar los valores correspondiente de toda la unidad forestal de interés. La superficie de muestreo es la superficie total de todas las unidades de muestreo en las que las mediciones se llevan a cabo.

El procedimiento de muestreo puede ser aleatorio, pero normalmente un muestreo sistemático es más eficiente, ya que tiende a representar mejor la distribución de los usos del suelo y los tipos de bosques. Además, el muestreo puede ser estratificado previamente con objeto de intensificar la muestra en estratos que sean más heterogéneos o de mayor prioridad, aumentando así la precisión de las estimaciones donde sea más necesario. Las unidades de muestreo pueden ser rodales, parcelas, franjas o puntos, y las parcelas pueden ser circulares, rectangulares o cuadradas (o de otra forma) y de tamaño fijo o variable. El tamaño de la parcela se define con arreglo al número previsto de mediciones de los parámetros de interés. Por ejemplo, las parcelas para medir árboles pequeños a veces pueden ser menores que las parcelas para medir árboles más grandes, dado que los árboles pequeños suelen ser más frecuentes que los grandes (y, por tanto, se puede medir un número similar de troncos en una zona más pequeña). El número de parcelas está determinado por la necesidad de la precisión estadística, especialmente por lo que se refiere a los parámetros principales, así como por el costo y las limitaciones de tiempo. Normalmente, se requiere más tiempo y trabajo para medir un conjunto de parcelas muy dispersas que parcelas organizadas en grupos (es decir, ‘muestreo de conglomerados’).

Evaluación por teledetección

La evaluación por teledetección (por ejemplo, utilizando datos obtenidos de observaciones aéreas o desde satélites) se puede utilizar tanto para los inventarios completos como para los inventarios por muestreo. En un sistema basado en el muestreo, las observaciones se centran en unidades de muestreo (zona de muestreo), mientras que en un sistema completo se somete a la encuesta toda la zona de interés (por ejemplo, un territorio, una provincia o un país). Las observaciones por teledetección se pueden utilizar en particular para determinar el alcance de las diferentes clases de cubierta del suelo (o uso del suelo). Ello puede ayudar enormemente a extrapolar las densidades de volumen y biomasa generadas por las mediciones basadas en el terreno a lo largo de grandes zonas y obtenidas en evaluaciones repetidas en el tiempo con el fin de estimar los cambios en el volumen y biomasa y estratificar el análisis de los datos de

campo.

La teledetección aérea o espacial derivada de un radar o laser se puede utilizar para obtener datos a fin de estimar las existencias de volumen y biomasa. La precisión de estos métodos depende en gran medida de la capacidad de calibrar y validar las mediciones con datos de campo, y las tecnologías siguen siendo experimentales y son relativamente caras, pero ofrecen grandes posibilidades, sobre todo para zonas de difícil acceso por el terreno.

Recolecta de datos

Las mediciones y observaciones en el campo se llevan a cabo sobre árboles individuales (y arbustos), así como en todo el ecosistema forestal.

Las observaciones y **mediciones de árboles** que se suelen realizar son las siguientes: diámetro, altura, forma del tronco, condición sanitaria y clasificación taxonómica de las especies. Se dispone de una variedad de instrumentos y herramientas para medir los parámetros de los árboles, en función del presupuesto y los conocimientos especializados.

Diámetro – Normalmente, el diámetro del tronco de un árbol se mide con la corteza a una altura de 1,3 metros por encima del nivel del terreno, que se suele denominar altura del pecho (de ahí la expresión diámetro a la altura del pecho - DAP). Para casos especiales, (por ejemplo, árboles con forma irregular o que crecen en una pendiente) sírvase consultar el manual de campo para el monitoreo y evaluación de los recursos forestales nacionales. *Equipo*: Cinta diamétrica, regla Biltmore, forcípula.

Altura – La altura de un árbol es su altura en vertical desde el terreno hasta la parte alta del árbol. La altura del fuste comercial es la longitud del fuste desde el tocón hasta la altura del fuste en el punto de la primera horquilla del tronco o el diámetro comercial más pequeño (es decir, el diámetro mínimo de fuste que se puede utilizar como madera). La medición de la altura del árbol puede ser especialmente difícil en bosques donde las partes superiores de los árboles no son visibles debido a la densidad de la copa (por ejemplo, en bosques tropicales cerrados). Dado que es mucho más costoso medir la altura de un árbol que el DAP, la altura de un árbol se suele medir sólo para una submuestra de árboles. Basándose en dicha submuestra, la relación entre el DAP y la altura de un árbol puede ser modelada y aplicada para predecir la altura de todos los árboles de la muestra. No obstante, de este modo se obtendrán unos resultados menos precisos que las estimaciones reales de la altura.

La altura total y la altura del fuste comercial se pueden calcular utilizando una variedad de herramientas, y las herramientas de medición de la altura más precisas (clinómetros) miden los ángulos, lo que permite que el usuario determine la altura de un árbol en pie a una distancia determinada. Sírvase consultar el manual de campo para el monitoreo y evaluación de los recursos forestales nacionales para mayor información y los diagramas sobre las mediciones de los árboles. *Equipo: clinómetro, hipsómetro, relascopio, telémetro, regla Biltmore, vara de medición.*

La ***sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales*** se puede determinar a través de indicadores ecológicos seleccionados. Estos indicadores consisten principalmente en observaciones de la presencia o la ausencia de factores bióticas o abióticas y problemas ambientales (o sus síntomas), así como una evaluación general de la condición del bosque y los árboles. Ello se registra en las parcelas sea a nivel del árbol (condición general del árbol y de la copa, así como agentes causales) como a nivel del rodal (problemas ambientales observados y el grado de gravedad y tendencias). La información sobre la sanidad y vitalidad del bosque se obtiene por medio de observaciones sobre el terreno y de entrevistas realizadas a la población local e informantes principales.

Diversidad biológica – La correcta identificación de las especies arbóreas es un requisito previo fundamental de todo inventario forestal. En muchos casos, es bastante más grave identificar de manera errónea las especies de un árbol que equivocarse con respecto a alguna de sus características. En los bosques tropicales donde hay muchas especies, suele ser difícil identificarlas debido al limitado número de expertos botánicos especializados y taxonomistas. Una recomendación es tomar muestras de partes de los árboles, preferiblemente que tengan material fértil, como flores, semillas o frutos, para que sean identificadas por los expertos en un laboratorio. Fotografías detalladas de material similar podrían servir al mismo propósito. Con objeto de limitar los esfuerzos, algunos inventarios se centran sólo en las especies consideradas “importantes”, ya sea por su valor comercial como por su función para garantizar la biodiversidad u otros motivos.

Por consiguiente, una evaluación general de la diversidad biológica incluiría los resultados sobre el DAP y la altura de las especies, su distribución espacial, la estructura del bosque y observaciones de especies indicadoras (de flora y fauna).

Los ***servicios ambientales y socioeconómicos*** son funciones esenciales prestadas por los bosques y los árboles. En los inventarios de grandes zonas, es importante evaluar y realizar un seguimiento de estos servicios a fin de suministrar a los encargados de adoptar decisiones la información necesaria para mejorar los medios de vida de la población local y proteger los recursos de suelo y agua. La

información de estos servicios se recopila mediante observaciones sobre el terreno y entrevistas con la población local e informantes principales.

Estimación de las existencias en formación y la biomasa

Las estimaciones del volumen o la biomasa de árboles individuales de la zona de muestreo se suman para obtener el volumen total de árboles inventariados de la zona de muestreo. La densidad de las existencias en pie (m^3 por hectárea) y de la biomasa (toneladas por hectárea) se pueden calcular dividiendo el volumen del árbol o biomasa inventariado total por la zona de muestreo. Algunas funciones del volumen con mediciones a nivel del rodal (por ejemplo, área basal) generan directamente estimaciones de la densidad del volumen.

La alometría del árbol consiste en la utilización de ecuaciones, modelos y funciones para describir la relación cuantitativa entre los diversos parámetros de los árboles. Junto con los datos del inventario forestal, las ecuaciones alométricas se pueden utilizar para calcular el volumen y la biomasa del árbol y, en último término, las existencias en formación, la biomasa y las existencias forestales de carbono en varias escalas. Los modelos alométricos pueden ser para una especie específica o para un grupo de especies y se pueden obtener genéricamente para diferentes tipos de bosques. Una fuente útil para determinar los modelos alométricos apropiados es la Plataforma Web Internacional *GlobAllomeTree*, diseñada con el fin de proporcionar acceso a ecuaciones alométricas desarrolladas para estimar el volumen, la biomasa y las existencias de carbono.

Inventario de campo

En el inventario de campo, los equipos de campo recolectan datos sobre el terreno. En el caso de áreas pequeñas de bosque, como por ejemplo áreas de aprovechamiento, es posible (y a menudo necesario) llevar a cabo inventarios al 100 por ciento (también denominados inventarios totales o censo total) en los que se miden todos los árboles del rodal (normalmente a partir de un diámetro mínimo especificado). Por lo que respecta a inventarios de una superficie más grande, como a nivel territorial, provincial o nacional, es probable que un inventario al 100 por ciento sea poco práctico y muy costoso. Por consiguiente, es necesaria una estrategia de muestreo en virtud de la cual las mediciones se realicen en unidades de muestreo permanentes o temporales, y se utilicen posteriormente para estimar los valores correspondiente de toda la unidad forestal de interés. La superficie de muestreo es la superficie total de todas las unidades de muestreo en las que las mediciones se llevan a cabo.

El procedimiento de muestreo puede ser aleatorio, pero normalmente un muestreo sistemático es más eficiente, ya que tiende a representar mejor la distribución de los usos del suelo y los tipos de bosques. Además, el muestreo puede ser estratificado previamente con objeto de intensificar la muestra en estratos que sean más heterogéneos o de mayor prioridad, aumentando así la precisión de las estimaciones donde sea más necesario. Las unidades de muestreo pueden ser rodales, parcelas, franjas o puntos, y las parcelas pueden ser circulares, rectangulares o cuadradas (o de otra forma) y de tamaño fijo o variable. El tamaño de la parcela se define con arreglo al número previsto de mediciones de los parámetros de interés. Por ejemplo, las parcelas para medir árboles pequeños a veces pueden ser menores que las parcelas para medir árboles más grandes, dado que los árboles pequeños suelen ser más frecuentes que los grandes (y, por tanto, se puede medir un número similar de troncos en una zona más pequeña). El número de parcelas está determinado por la necesidad de la precisión estadística, especialmente por lo que se refiere a los parámetros principales, así como por el costo y las limitaciones de tiempo. Normalmente, se requiere más tiempo y trabajo para medir un conjunto de parcelas muy dispersas que parcelas organizadas en grupos (es decir, ‘muestreo de conglomerados’).

Evaluación por teledetección

La evaluación por teledetección (por ejemplo, utilizando datos obtenidos de observaciones aéreas o desde satélites) se puede utilizar tanto para los inventarios completos como para los inventarios por muestreo. En un sistema basado en el muestreo, las observaciones se centran en unidades de muestreo (zona de muestreo), mientras que en un sistema completo se somete a la encuesta toda la zona de interés (por ejemplo, un territorio, una provincia o un país). Las observaciones por teledetección se pueden utilizar en particular para determinar el alcance de las diferentes clases de cubierta del suelo (o uso del suelo). Ello puede ayudar enormemente a extrapolar las densidades de volumen y biomasa generadas por las mediciones basadas en el terreno a lo largo de grandes zonas y obtenidas en evaluaciones repetidas en el tiempo con el fin de estimar los cambios en el volumen y biomasa y estratificar el análisis de los datos de campo.

La teledetección aérea o espacial derivada de un radar o laser se puede utilizar para obtener datos a fin de estimar las existencias de volumen y biomasa. La precisión de estos métodos depende en gran medida de la capacidad de calibrar y validar las mediciones con datos de campo, y las tecnologías siguen siendo experimentales y son relativamente caras, pero ofrecen grandes posibilidades, sobre todo

para zonas de difícil acceso por el terreno.

Recolecta de datos

Las mediciones y observaciones en el campo se llevan a cabo sobre árboles individuales (y arbustos), así como en todo el ecosistema forestal.

Las observaciones y **mediciones de árboles** que se suelen realizar son las siguientes: diámetro, altura, forma del tronco, condición sanitaria y clasificación taxonómica de las especies. Se dispone de una variedad de instrumentos y herramientas para medir los parámetros de los árboles, en función del presupuesto y los conocimientos especializados.

Diámetro – Normalmente, el diámetro del tronco de un árbol se mide con la corteza a una altura de 1,3 metros por encima del nivel del terreno, que se suele denominar altura del pecho (de ahí la expresión diámetro a la altura del pecho - DAP). Para casos especiales, (por ejemplo, árboles con forma irregular o que crecen en una pendiente) sírvase consultar el manual de campo para el monitoreo y evaluación de los recursos forestales nacionales. *Equipo*: Cinta diamétrica, regla Biltmore, forcípula.

Altura – La altura de un árbol es su altura en vertical desde el terreno hasta la parte alta del árbol. La altura del fuste comercial es la longitud del fuste desde el tocón hasta la altura del fuste en el punto de la primera horquilla del tronco o el diámetro comercial más pequeño (es decir, el diámetro mínimo de fuste que se puede utilizar como madera). La medición de la altura del árbol puede ser especialmente difícil en bosques donde las partes superiores de los árboles no son visibles debido a la densidad de la copa (por ejemplo, en bosques tropicales cerrados). Dado que es mucho más costoso medir la altura de un árbol que el DAP, la altura de un árbol se suele medir sólo para una submuestra de árboles. Basándose en dicha submuestra, la relación entre el DAP y la altura de un árbol puede ser modelada y aplicada para predecir la altura de todos los árboles de la muestra. No obstante, de este modo se obtendrán unos resultados menos precisos que las estimaciones reales de la altura.

La altura total y la altura del fuste comercial se pueden calcular utilizando una variedad de herramientas, y las herramientas de medición de la altura más precisas (clinómetros) miden los ángulos, lo que permite que el usuario determine la altura de un árbol en pie a una distancia determinada. Sírvase consultar el manual de campo para el monitoreo y evaluación de los recursos forestales nacionales para mayor información y los diagramas sobre las mediciones de los árboles. *Equipo: clinómetro, hipsómetro, relascopio, telémetro, regla Biltmore, vara de medición.*

La ***sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales*** se puede determinar a través de indicadores ecológicos seleccionados. Estos indicadores consisten principalmente en observaciones de la presencia o la ausencia de factores bióticas o abióticas y problemas ambientales (o sus síntomas), así como una evaluación general de la condición del bosque y los árboles. Ello se registra en las parcelas sea a nivel del árbol (condición general del árbol y de la copa, así como agentes causales) como a nivel del rodal (problemas ambientales observados y el grado de gravedad y tendencias). La información sobre la sanidad y vitalidad del bosque se obtiene por medio de observaciones sobre el terreno y de entrevistas realizadas a la población local e informantes principales.

Diversidad biológica – La correcta identificación de las especies arbóreas es un requisito previo fundamental de todo inventario forestal. En muchos casos, es bastante más grave identificar de manera errónea las especies de un árbol que equivocarse con respecto a alguna de sus características. En los bosques tropicales donde hay muchas especies, suele ser difícil identificarlas debido al limitado número de expertos botánicos especializados y taxonomistas. Una recomendación es tomar muestras de partes de los árboles, preferiblemente que tengan material fértil, como flores, semillas o frutos, para que sean identificadas por los expertos en un laboratorio. Fotografías detalladas de material similar podrían servir al mismo propósito. Con objeto de limitar los esfuerzos, algunos inventarios se centran sólo en las especies consideradas “importantes”, ya sea por su valor comercial como por su función para garantizar la biodiversidad u otros motivos.

Por consiguiente, una evaluación general de la diversidad biológica incluiría los resultados sobre el DAP y la altura de las especies, su distribución espacial, la estructura del bosque y observaciones de especies indicadoras (de flora y fauna).

Los ***servicios ambientales y socioeconómicos*** son funciones esenciales prestadas por los bosques y los árboles. En los inventarios de grandes zonas, es importante evaluar y realizar un seguimiento de estos servicios a fin de suministrar a los encargados de adoptar decisiones la información necesaria para mejorar los medios de vida de la población local y proteger los recursos de suelo y agua. La información de estos servicios se recopila mediante observaciones sobre el terreno y entrevistas con la población local e informantes principales.

Estimación de las existencias en formación y la biomasa

Las estimaciones del volumen o la biomasa de árboles individuales de la zona de muestreo se suman para obtener el volumen total de árboles inventariados de la zona de muestreo. La densidad de las existencias en pie (m^3 por hectárea) y de la biomasa (toneladas por hectárea) se pueden calcular dividiendo el volumen del árbol o biomasa inventariado total por la zona de muestreo. Algunas funciones del volumen con mediciones a nivel del rodal (por ejemplo, área basal) generan directamente estimaciones de la densidad del volumen.

La alometría del árbol consiste en la utilización de ecuaciones, modelos y funciones para describir la relación cuantitativa entre los diversos parámetros de los árboles. Junto con los datos del inventario forestal, las ecuaciones alométricas se pueden utilizar para calcular el volumen y la biomasa del árbol y, en último término, las existencias en formación, la biomasa y las existencias forestales de carbono en varias escalas. Los modelos alométricos pueden ser para una especie específica o para un grupo de especies y se pueden obtener genéricamente para diferentes tipos de bosques. Una fuente útil para determinar los modelos alométricos apropiados es la Plataforma Web Internacional *GlobAllomeTree*, diseñada con el fin de proporcionar acceso a ecuaciones alométricas desarrolladas para estimar el volumen, la biomasa y las existencias de carbono.

E-learning

Why a national forest inventory?



This course describes the goals and purpose of a national forest inventory (NFI) and explores how NFIs inform policy- and decision-making in the forest sector. It then explores the importance of data in forest-related decision-making and evaluates the contribution of NFIs in national, international and climate change data reporting mechanisms.

Preparing for a national forest inventory



This course describes the planning and preparation phase of a national forest inventory (NFI). This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Introduction to sampling



This course covers the general aspects of sampling in forest inventories and aims to introduce the basic concepts and characteristics of a sampling study, as well as provide an overview of the most important components of a national forest inventory (NFI).

Introduction to fieldwork



This course lays down the considerations for fieldwork and discusses plot-level variables as well as tree-level measurements. This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Data management in a national forest inventory



This course provides an overview of information gathering and data management for national forest inventories (NFI). This course is primarily intended for people who are involved in NFIs

but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Quality assurance and quality control in a national forest inventory



This course provides an overview of Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) procedures in forest inventory data collection and management. This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Elements in data analysis



This course offers guidance on the typical approaches and calculations used in forest data analyses and related topics. This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

National forest inventory results: reporting and dissemination



This course covers national forest inventory (NFI) reporting in detail and establishes the importance of reporting in the context of REDD+ actions.

Collecting household welfare data through forestry modules



The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Introduction to national socioeconomic surveys in forestry



The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Istituzionalization of forest data



This course is designed for individuals who have an interest in establishing and developing a national forest monitoring system (NFMS), and to learn about the institutionalization process. The course targets legal experts, ministries, government officers, academia and private sector...

Measuring the role of forests and trees in household welfare and livelihoods



The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Operationalising the forestry modules



The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Sharing the experience on “Forest and land monitoring for climate action – SEPAL” facilitated course



The overall objective of this course is to support knowledge and skills development to operationally apply high-resolution satellite imagery to critical forest and land monitoring in tropical forest countries. More specifically, the course focuses on how the System for Earth Observation Data Access...

Sharing the "Forests and Transparency under the Paris Agreement" MOOC multilingual experience



This Massive Open Online Course (MOOC) was based on the FAO e-learning course “Forests and transparency under the Paris Agreement” available on the FAO e-learning Academy. In this course participants learnt about the importance of forest-related data collection, analysis...

Further learning

Avery, T.E. 1975. *Natural resources measurements.* McGraw-Hill Inc.

Barrett, T. M., Eckmuller, O., Fried, J.S., Lund, H.G., Kohl, M, & Nuutinen, T. 2004. *Inventory.* Chapter in *Encyclopedia of forest sciences* Volume 1: 403-433. Elsevier Ltd., Oxford, UK.

Brack, C.L., Kangas, A., Kangas, J., Mackie, E., Matthews, R., Skovsgaard, J.P. &Worbes, M. 2004. *Essays on forest mensuration*. In: *Encyclopedia of forest sciences* Volume 2: 550-599. Elsevier, Oxford UK.

Huisman, O. & de By, R.A. 2009. *Principles of geographic information systems – An introductory textbook.*

Husch, B. 1971. Planning a forest inventory. FAO Forestry and Forest Products Study No. 17/FAO Forestry Series No. 4. FAO, Rome.

Johnson, E.W. 2000. *Forest sampling desk reference.* CRC Press, BOCA Raton, USA.

Philip, M.S. 1994. *Measuring trees and forests.* CAB International. Cambridge, UK.

Pretsch, H. 2010. *Forest dynamics, growth and yield – From measurement to model.* Springer, Berlin Heidelberg.

Tempfli, K., Kerle, N., Huurnemann, G.C. & Janssen, L.L.F. (eds.). 2009. *Principles of remote sensing – An introductory textbook.* The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.

Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M. & McRoberts, R.E. (eds). 2010. *National forest inventories – Pathways for common reporting.* Springer, European Science Foundation.

Weiskittel, A.R., Hann, D.W., Kershaw Jr., J.A. & Vanclayy, J. 2011. *Forest growth and yield modeling.* Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

Videos

Ministerio del Ambiente, Peru. *Inventario Nacional Forestal.* Online video clip. YouTube, 6 November 2013. Last accessed 02.02.15.

Credits

This module was developed with the kind collaboration of the following people and/or institutions:

Initiator(s): David Morales - FAO, Forestry Department

Contributor(s): Marco Piazza - FAO, Forestry Department

Reviewer(s): CATIE; CIFOR; IUFRO; Tropenbos International