

Protocolo de Biometría



Objetivo General

Medir y clasificar las plantas existentes en un sitio de muestreo de cobertura terrestre, para ayudar a determinar la clase MUC.

Visión General

El alumnado realizará una o más mediciones de biometría a lo largo de las medias diagonales del sitio de muestreo de cobertura terrestre. Estas mediciones incluyen la cobertura de monte alto y del suelo, la identificación de especies vegetales dominantes y codominantes, la altura y circunferencia (o perímetro) de árboles, y/o la biomasa de gramíneas.

Objetivos Didácticos

Aprender a utilizar las técnicas de muestreo biológicas para cuantificar y describir un sitio de muestreo de cobertura terrestre.

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los objetos poseen propiedades observables medibles.

Ciencias de la Vida

La Tierra posee diversos ambientes en los que viven muchos y diversos tipos de organismos.

Los organismos influyen en el ambiente en el que viven.

Todos los seres vivos junto con los factores físicos con los que interactúan constituyen un ecosistema.

Geografía

Las características físicas de un lugar determinado.

Las características y distribución espacial de los ecosistemas.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar las mediciones biométricas necesarias para el MUC.

Uso de guías de campo de vegetación para identificar sus especies.

Interpretar los datos para proponer una clasificación MUC.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y realizar investigaciones científicas.

Usar las matemáticas adecuadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y predicciones basadas en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir los procedimientos, descripciones y predicciones.

Nivel

Todos

Tiempo

Variable, dependiendo del tipo y número de mediciones que se realicen.

Frecuencia

La necesaria para determinar el MUC en la mayoría de los sitios, o, frecuentemente como práctica de enriquecimiento.

Materiales y Herramientas

Cinta métrica de 50 m.

Brújula.

Claves de identificación de especies, y/u otras guías de especies locales.

Guía de Campo MUC o *Tabla del Sistema MUC* y *Glosario de Términos MUC*

Marcadores permanentes de árboles (opcional)

Lápiz o bolígrafo

Calculadora (opcional)

Hojas de Datos de Biometría correspondientes.

Densímetro (Ver sección *Instrumentos de Investigación*)

Clinómetro (Ver sección de *Instrumentos de Investigación*)

Cinta métrica flexible

Venda

Carpeta

Bolsa pequeña

Tijera podadora o tijeras duras

Bolsas pequeñas de papel reciclado

Horno secador

Balanza o peso, con precisión de 0,1 g

Preparación

Hacer copias de las *Hojas de Trabajo* correspondientes.

Familiarizar al alumnado con el sistema MUC.

Reunir el material para el clinómetro y el densímetro.

Que el alumnado practique la realización de mediciones en el campo, dando pasos y utilizando la brújula.

Requisitos Previos

El alumnado deberá construir los instrumentos de campo necesarios.

Actividad de Aprendizaje de Observación del Sitio.

Protocolo de Biometría – Introducción

Biometría significa medición de vida. ¿Por qué necesitan los científicos hacer medidas de seres vivos? ¿Qué indican sobre el entorno? Estas medidas incluyen la altura y la circunferencia (o perímetro) de los árboles, cobertura de monte alto y del suelo, y biomasa de gramíneas. Las gramíneas son la hierba y otras plantas similares. Todas estas mediciones miden el tamaño o la cantidad de árboles y plantas.

¿Qué almacenan los árboles y las plantas? ¿De qué están hechos? ¿Pueden diferentes tipos de cobertura tener árboles, arbustos o herbáceas de diferentes tamaños? ¿Pueden tener diferente cantidad de árboles, arbustos y herbáceas? Piense en un desierto. ¿Cuál es el árbol o el arbusto más común? ¿Es un indicador del tipo de zona que es? Compárelo con el tipo de árbol más común en un bosque.

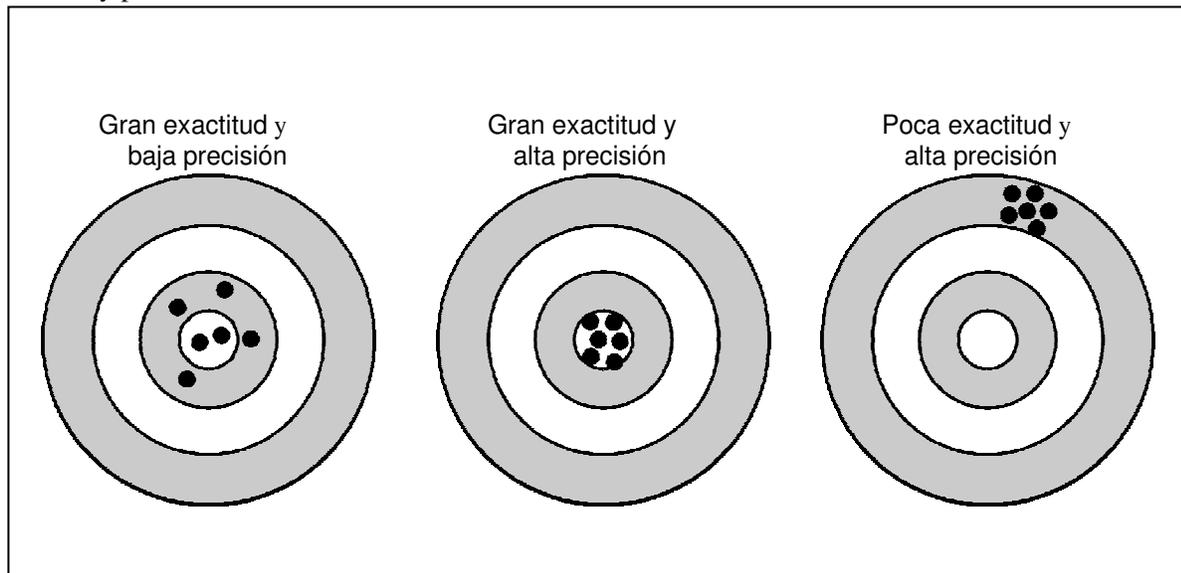
¿Pueden los mismos tipos de cobertura terrestre tener diferentes tamaños de árboles, arbustos y herbáceas? ¿Puede haber diferente cantidad de árboles, arbustos o herbáceas? Piense en dos humedales. ¿Son del mismo tipo y tamaño los árboles, arbustos y herbáceas en ambos lugares?

Las mediciones de seres vivos son importantes para los científicos, porque pueden mostrar la cantidad de nutrientes y gases que los seres vivos almacenan. También muestran la cantidad de carbono y el agua utilizable almacenados en los árboles y plantas.

Elegir la clase correcta MUC puede ser difícil. ¿Cómo saber que se está en un “bosque caducifolio” y no en un “bosque perennifolio”? ¿Cómo se sabe que es un “monte bajo” y no un “monte alto”? ¿Cómo saber que un sitio es de “gramíneas altas” y no de “gramíneas bajas”? Las mediciones de biometría contestan a todas estas preguntas.

Las mediciones de biometría ayudan a elegir la clase MUC correcta. ¿Qué tipo de mediciones se necesita realizar para decidir entre un bosque perennifolio y uno caducifolio? ¿Qué mediciones se necesitan para decidir si es un arbusto o un árbol? ¿Qué se necesita saber para decidirte si un sitio es de gramíneas altas o de gramíneas bajas?

Las mediciones de Biometría hacen que los datos sean más fiables. Cuando los científicos utilicen los datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre las mediciones de biometría les asegurarán que los datos son de una gran calidad. Existen dos formas de comprobar que una técnica de medición es correcta, que ayudarán a evaluar la exactitud de los datos. Las mediciones de biometría ayudarán a valorar lo cerca de la diana (la respuesta correcta) que están los datos. Esto es la “*precisión*”. Los datos son precisos cuando al repetir las mismas medidas en un sitio se obtienen los mismos resultados. El objetivo del alumnado GLOBE debería ser que todas las mediciones fueran como las de la diana del centro (ver imagen), altamente precisas y exactas. Las mediciones de biometría ayudan a conseguir esto.



Apoyo al Profesorado

Las Mediciones

El *Protocolo de Biometría* se divide en cuatro mediciones diferentes: cobertura del monte alto y del suelo, altura de árboles, arbustos y/o herbáceas, circunferencia de árboles y biomasa de gramíneas. Se pueden realizar mediciones de biometría sólo una vez en un sitio durante el máximo desarrollo vegetal, o se puede volver al mismo sitio durante varios años y repetir las mediciones para realizar un seguimiento de los cambios en la biomasa del sitio a lo largo del tiempo. Se puede también hacer mediciones de biometría dos veces al año, una en el máximo desarrollo y otra en el mínimo (por ejemplo, invierno). Siempre se deberían utilizar dos directrices para determinar qué mediciones realizar:

Primero, realizar CUALQUIER medición necesaria para determinar la clase MUC correcta. Siempre que se deba elegir entre clases MUC, hay que realizar las mediciones de biometría necesarias (por ejemplo: cobertura o altura del monte alto o del suelo) para decidir correctamente. Si se puede decidir la clase sin realizar las mediciones de biometría no es necesario entonces llevarlas a cabo, pero se puede decidir realizarlas para asegurar la exactitud.

Segundo, los científicos utilizarán una perspectiva aérea cuando usen los datos de biometría y MUC. Por ello, las mediciones de la cobertura dominante (la que cubre más área) más alta son las más importantes. La cobertura vegetal se refiere a las distintas capas de vegetación (árboles y/o arbustos). Puede haber varias capas de cada tipo. Hay múltiples capas presentes cuando la altura de la cobertura vegetal se encuentra a niveles diferentes. Cuando estas capas no existen, la cobertura de suelo forma el tipo de vegetación dominante. Ver Figura CT-BI-1. Cuando un satélite pasa por un sitio registra la cantidad y la longitud de onda de la luz reflejada por TODA la vegetación que puede visualizar. En sitios de bosque cerrado, donde los árboles cubren los arbustos y el suelo, serán los árboles los que reflejen el mayor porcentaje de luz. Ver Figura CT-BI-2. En las zonas arboladas, con espacios entre los árboles, habrá una gran contribución a la reflectancia total por parte de los arbustos y el suelo que queda bajo la cubierta de árboles, pero, de nuevo, los árboles reflejarán

el mayor porcentaje de luz. Ver Figura CT-BI-3. En sitios de monte bajo, donde dominan los arbustos, los valores de reflectancia representarán en su mayoría arbustos, y no árboles dispersos o cobertura del suelo que pueda haber también en el sitio. Ver Figura CT-BI-4. Tener esto en cuenta debería ser de ayuda para determinar qué mediciones de biometría llevar a cabo. Por ejemplo, en un bosque cerrado con árboles altos cubriendo todo el sitio, arbustos diseminados por todo el sitio bajo de los árboles, y algunas herbáceas altas sobre el suelo del bosque, las mediciones más importantes serían la altura del monte alto, monte bajo y herbáceas. Se puede elegir medir la altura de los arbustos o la biomasa de las gramíneas, pero dado que el monte alto dominaría los valores de reflectividad, los datos de arbustos y gramíneas serían menos importantes. Otro ejemplo sería en sitios de vegetación herbácea. Ver Figura CT-BI-5. Si un sitio estuviera principalmente cubierto por gramíneas, con un par de árboles y algunos arbustos, la medición de biometría más útil sería la de la biomasa de gramíneas. Se podría también medir la altura de arbustos y árboles, pero, como no son la cobertura terrestre dominante, las gramíneas reflejarán el mayor porcentaje de luz en esa área. Sin embargo, sería útil anotar que el sitio contiene arbustos y árboles. Cualquier tipo de información de este tipo es importante como metadatos, ya que los sitios que son puramente herbáceas pueden reflejar la luz de forma ligeramente diferente que los sitios donde existen pocos arbustos o árboles. (Nota: si se utiliza cualquier medición para determinar la clase MUC, enviar también de esas mediciones).

Preparación del Alumnado

El alumnado debería poder definir e identificar un sitio de cobertura terrestre homogénea.

El alumnado debería comprender y saber cómo clasificar un sitio utilizando el sistema MUC.

El alumnado debería saber construir y utilizar el densímetro y el clinómetro.

El alumnado debería saber utilizar la brújula.

El alumnado debería practicar la técnica de medir con pasos. Deberían conocer su propio paso y saber cuántos pasos dar para recorrer 21,2 metros.

Figura CT-BI-1: Múltiples Capas de Vegetación: Cobertura de Árboles, Arbustos y del Suelo

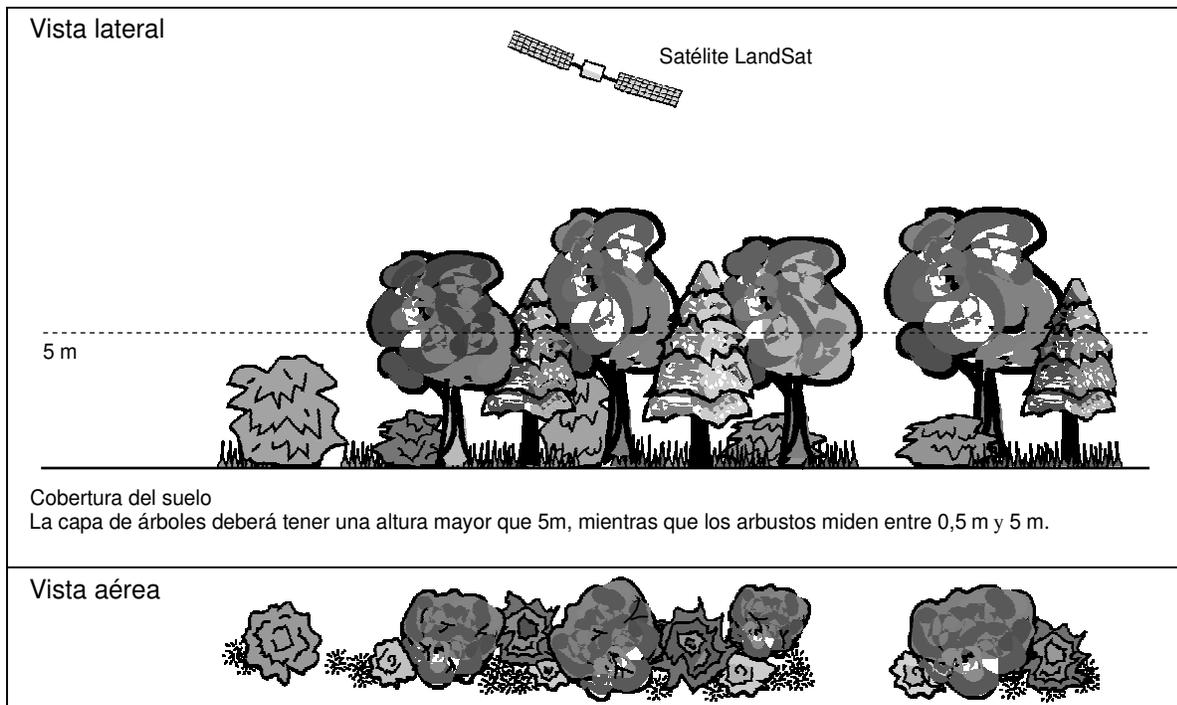


Figura CT-BI-2: Sitio de Bosque Cerrado

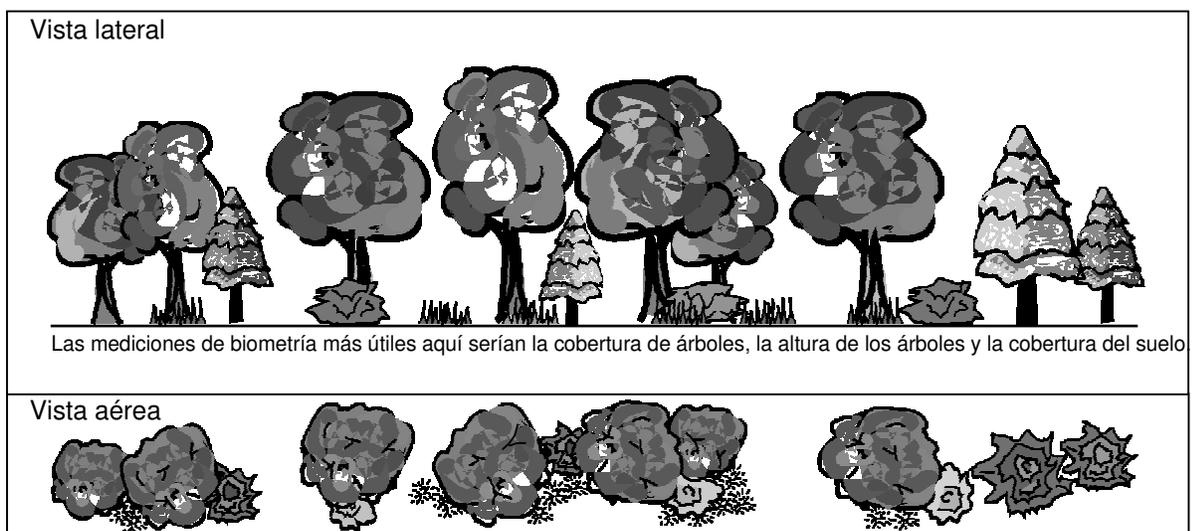


Figura CT-BI-3: Zona Arbolada

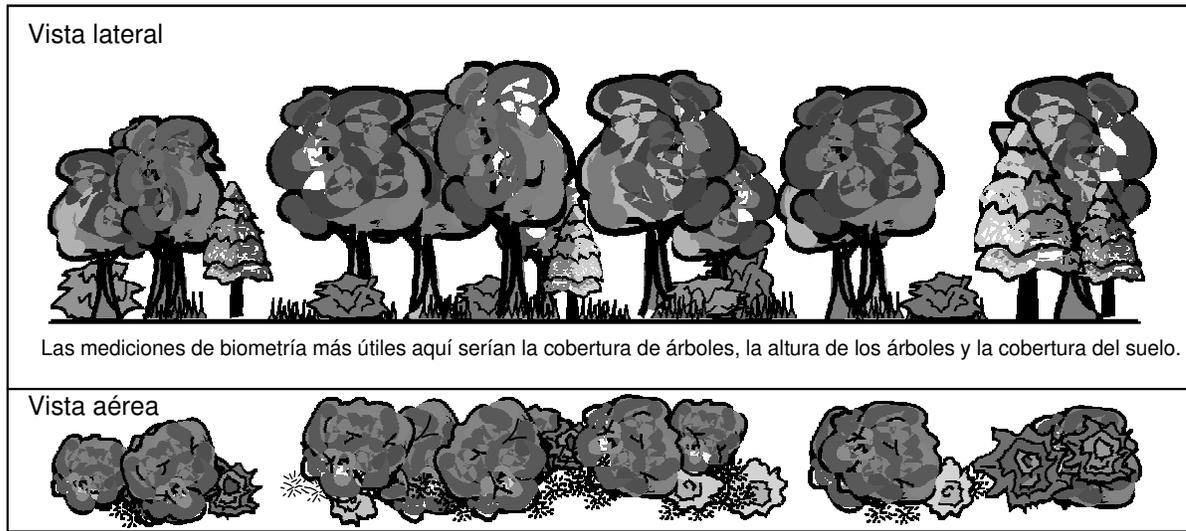


Figura CT-BI-4: Sitio Arbustivo

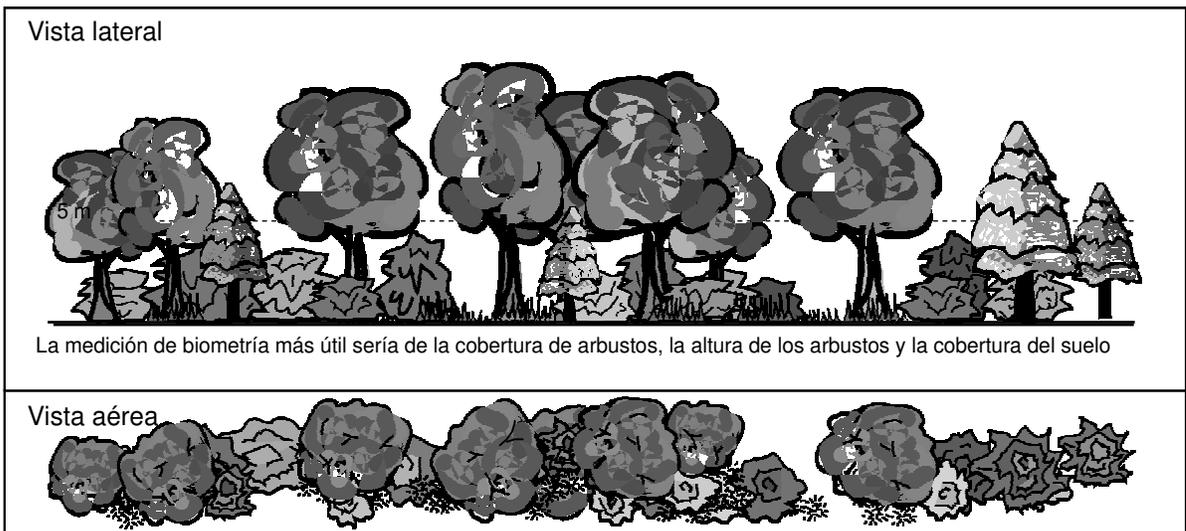
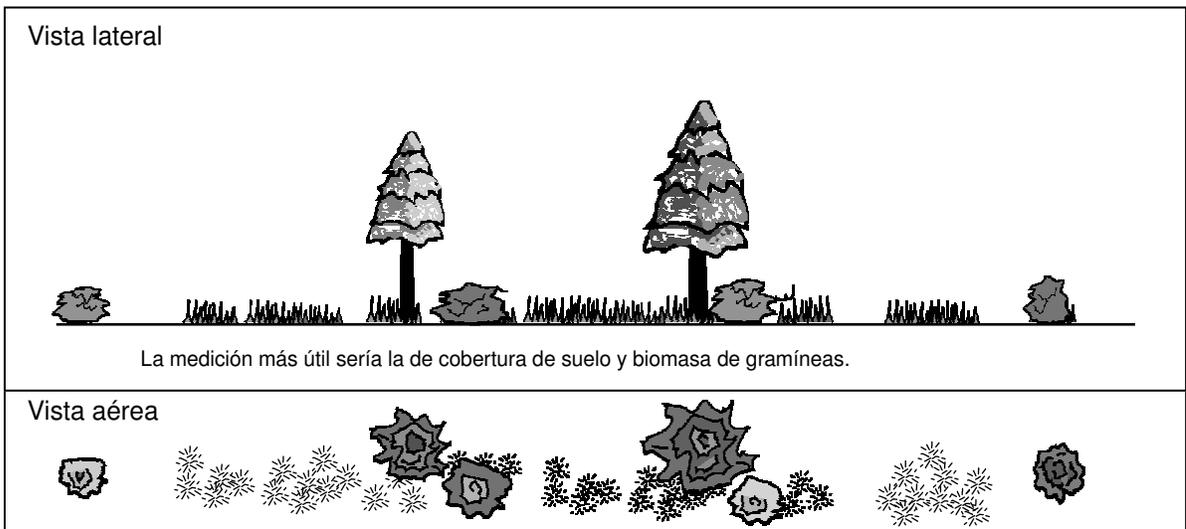


Figura CT-BI-5: Sitio de Herbáceas



Consejos Útiles

- Practicar estas mediciones en un lugar cercano al centro educativo, para tener experiencia antes de utilizarlas en un sitio de muestreo de cobertura terrestre.
- Se podría hacer una breve visita al posible sitio para comprobar que es suficientemente grande y homogéneo antes de recoger datos.
- Al distinguir entre árboles y arbustos, usar la definición de árbol de la *Guía de Campo MUC* y del *Glosario de Términos MUC*: un árbol tiene, al menos, 5 metros de alto. Se podría practicar este cálculo con el clinómetro cerca del centro escolar antes de ir al sitio.
- Si la cobertura de arbustos está bajo el observador, tratarlo como cobertura del suelo. Los arbustos enanos se consideran siempre cobertura de suelo.
- Existen dos *Hojas de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*, una para usarla cuando la cobertura vegetal dominante sean los árboles, y otra cuando lo sean los arbustos. El alumnado deberá decidir cuando usar una u otra. En un bosque o en una zona arbolada, la cubierta vegetal se refiere a árboles. En monte bajo, se refiere a arbustos. Tener siempre en cuenta que estas mediciones ayudan a los científicos a estudiar la cobertura terrestre con imágenes de satélite. Por tanto, la cobertura vegetal más alta es la que se debe tratar de medir.
- Si se tiene dificultad para determinar si un sitio es un bosque, una zona arbolada o arbustiva, se necesitará volver a recorrer las medias diagonales dos veces. Tener en cuenta la “vista desde arriba” y observar la capa más alta con el densímetro para realizar una medición correcta. La primera vez, usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo* anotando una (+) donde se vea un árbol en la cruz del densímetro. Determinar el porcentaje de árboles la cubierta (Σ de + / número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*). Si los árboles constituyen un 40% o más de la cobertura vegetal será un bosque o una zona arbolada, y se debería usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo* para recoger datos de cobertura de suelo a lo largo de las medias diagonales y enviar todas estas mediciones. Si los árboles constituyen menos del 40% de la cubierta vegetal, se deberá recorrer de nuevo las medias diagonales utilizando la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*. Anotar un (+) donde se vea un arbusto en el punto central del densímetro. Determinar el porcentaje de arbustos en la cubierta (Σ de + / número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*). Si los arbustos constituyen más del 40 % de la cobertura vegetal, se trata de una zona de monte bajo, y se debería usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo* para recoger datos de cobertura del suelo a lo largo de las medias diagonales y enviar todas estas mediciones.
- Si tanto árboles como arbustos constituyen menos del 40%, tomar la *Hoja de Datos* correspondiente al porcentaje más alto de cobertura vegetal para realizar las mediciones de cobertura de suelo. Ejemplo: en un sitio con un porcentaje de cobertura de árboles del 15% y un 35% de arbustos, usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo* para realizar las mediciones de cobertura del suelo, e informar de la cobertura de árboles y arbustos como metadatos. Puesto que la cobertura de árboles y arbustos constituye menos del 40%, la clase MUC no será la de un bosque cerrado, ni una zona de monte alto, ni monte bajo. En este caso utilizar las mediciones de cobertura del suelo para determinar la clase correcta de MUC.
- Es más eficaz que el alumnado trabaje por parejas o en grupos de tres en este protocolo.
- Para obtener lecturas más precisas, otras parejas de alumnos deberían repetir las mediciones. Si diferentes equipos repiten las mismas mediciones, y concuerdan, enviar la media de estos valores.
- Antes de visitar el sitio, enseñar al alumnado cómo usar las guías de campo de vegetación local.
- Se recomienda consultar a expertos locales (Servicio forestal, guardas forestales, etc.) como ayuda en la identificación de especies.
- Si el sitio experimenta cambios estacionales y se decide realizar un seguimiento de las variaciones en la biomasa a lo largo del tiempo, realizar mediciones, una vez durante la estación de máximo desarrollo y otra vez durante la de mínimo.

- Si el alumnado más pequeño da más de cuarenta pasos para completar una diagonal, puede realizar mediciones cada cierto número de pasos.
- Para los más jóvenes, si el ángulo del clinómetro es de 45 grados, la distancia del árbol equivaldrá a la altura del árbol a partir del nivel de los ojos. Ver las *Técnicas Alternativas para la Medición de la Altura de los Árboles a Nivel del Suelo: Guía de Campo de Técnicas Simplificadas con el Clinómetro*.
- Si se va a volver a visitar un bosque o una zona arbolada, marcar y nombrar/numerar los árboles que se utilicen. Medir siempre los mismos árboles, e informar de su altura y circunferencia en el mismo orden.
- Algunos ejemplos de otras herbáceas (no gramíneas) son los tréboles, girasoles, helechos, y algodoncillos.
- No usar un horno tradicional para secar la vegetación gramínea. Esto es peligroso, ya que el horno puede tener que dejarse encendido durante varios días.
- En climas templados y secos, la biomasa de gramíneas se puede secar al aire en bolsas de malla.
- Asegurarse de utilizar varias bolsas pequeñas de secado para secar las muestras de gramíneas.
- Si se realizan mediciones de *Cobertura de Vegetal* y *Cobertura del Suelo* con la clase, dividir la clase en grupos y que cada grupo tome mediciones en media diagonal. Cada grupo necesitará su propia copia de la *Guía de Campo*, una *Hoja de Datos* y un densímetro.

Lo ideal sería que una persona midiera y la otra anotara. El que mide debería saber cuántos de sus pasos tiene que dar para recorrer los 21,2 m de media diagonal. Pedir al alumnado que anote este dato en su copia de la *Guía de Campo*. Este es el número total de pasos/mediciones que hay que realizar al recorrer media diagonal desde el centro hacia la esquina del área central de 30 m x 30 m.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Cuáles son las especies dominantes y codominantes en el sitio de muestreo de cobertura terrestre? ¿Se encuentran siempre estas especies en sitios que tienen la misma clase MUC?

¿Son comunes en la zona las especies dominantes y codominantes? ¿Son autóctonas? ¿Son árboles jóvenes o maduros?

¿Existe una relación entre la cantidad de cobertura vegetal y la cobertura del suelo?

¿Son los porcentajes de cobertura vegetal y del suelo, coherentes con la clase MUC?

¿Qué es mayor, la cobertura de suelo marrón o la verde? ¿Cambian estas cantidades a lo largo del año?

Si el sitio MUC 4 tiene árboles como especie codominante: ¿es la vegetación herbácea que acompaña a los árboles la misma que en otras áreas abiertas?

Cobertura Vegetal y del Suelo

Guía de Campo

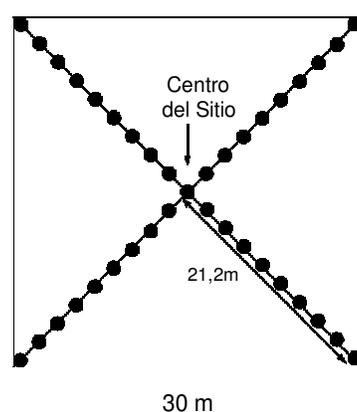
Actividad

Realizar mediciones de cobertura vegetal y del suelo, a medida que se mide por pasos a lo largo de las medias diagonales para determinar la clase MUC en los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- Densímetro
- Brújula
- Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo
- Claves de identificación de especies u otras guías
- Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo
- Lápiz o Bolígrafo
- Carpeta

En el Campo

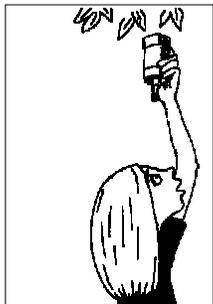


N
↑
Sitio de muestreo de cobertura terrestre con las cuatro medias diagonales de 21,2 m (en las direcciones NE, SE, SW y NW) para la recogida de muestras.

- Localizar el centro del sitio de muestreo de cobertura terrestre homogéneo. Este será el punto de partida. Realizar las mediciones descritas en los puntos 2 y 3 desde el centro del sitio de muestreo recorriendo la distancia de media diagonal (21,2 m) en cada una de las direcciones: NE, SE, SW y NW (utilizando una brújula para orientarse). Parar cada paso para realizar los puntos 2 y 3.
- Existen dos posibles hojas de datos para medir la cobertura vegetal y del suelo: *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo* o la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*. El siguiente paso ayudará a decidir cuál usar. Sin embargo, si todavía no se tiene claro cuál utilizar, se podría elegir un sitio diferente donde la decisión sea más fácil.

Pasos:

1. Decidir qué *Hoja de Datos* es la apropiada, utilizando los procedimientos siguientes:
 - a. Si en el sitio predominan claramente (más del 40%) los árboles (más de 5 m de alto) utilizar la *Hoja de Datos de Cobertura Árboles y del Suelo*. Ir al Paso 2.
 - b. Si en el sitio predominan los arbustos (entre 50 cm y 5 m de altura) y hay menos del 40 % de cobertura de árboles, utilizar la *Hoja de Datos de Cobertura Arbustos y del Suelo*. Ir al Paso 2.
 - c. Si no se puede decidir la cobertura vegetal dominante:
 - Caminar a lo largo de la media diagonal de 21,2 m desde el centro del sitio utilizando el densímetro y la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*. Seguir el Paso 2, marcando un con un (+) si se ve un árbol en la cruz del densímetro y un (-) si no lo hay. Anotar el resto de información sobre cobertura para cualquier árbol que se haya encontrado y marcado con un (+).
 - Calcular el porcentaje de cobertura de árboles (Σ de +/número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura Árboles y del Suelo*). Si el porcentaje es mayor del 40% utilizar esta hoja de datos, y caminar por las medias diagonales de nuevo siguiendo el Paso 3 para recoger datos de la cobertura de suelo.
 - Si los árboles constituyen menos del 40%, utilizar la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*. Seguir el Paso 2, marcando con un (+) si se ve un arbusto en el centro del densímetro, aunque haya un árbol por encima, y un (-) si no se observa ningún arbusto en la cruz o centro del densímetro. Anotar el resto de información sobre los arbustos encontrados que se han marcado con un (+).
 - Calcular el porcentaje de cobertura de arbustos (Σ de + / número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura Arbustos y del Suelo*). Si predominan los arbustos, (40% o más), usar la *Hoja de Datos de Cobertura Arbustos y del Suelo* para anotar los datos de cobertura del suelo, recorriendo las medias diagonales según el Paso 3.
 - Si tanto árboles como arbustos constituyen menos del 40%, tomar la *Hoja de Datos* correspondiente con al mayor porcentaje de cobertura vegetal y recorrer de nuevo las diagonales siguiendo el Paso 3. Informar sobre el porcentaje de cobertura de árboles y arbustos como metadatos, ya que ayudarán a los científicos a conocer el sitio. **Nota:** Ya que ni la cobertura de árboles ni de arbustos es la dominante, la clase MUC de este sitio no debería comenzar con 0 (Bosque cerrado), 1 (Monte alto) o 2 (Monte bajo).
2. Mirar a través del densímetro hacia arriba. Hay que asegurarse de que el densímetro está en vertical y que la arandela o la tuerca está justo en línea con la intersección de los hilos del extremos del densímetro. Observar la capa de vegetación más alta. Si se está utilizando la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*, anotar datos sólo de los ÁRBOLES e ignorar los arbustos. Si se utiliza la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*, anotar únicamente los ARBUSTOS e ignorar los árboles.



- a. Si se ve vegetación, o ramas grandes o pequeñas en la intersección de hilos:
 - Registrar un (+) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*. Recordar que, si se utiliza la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*, anotar un (+) si la vegetación corresponde a un árbol. Si es un arbusto, anotar un (-) y saltar los siguientes pasos. Será al contrario si se está utilizando la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*.
 - Identificar los nombres de las especies. Si no se conoce el género y la especie pero sí el nombre común, anotar ese nombre. Si tampoco se sabe, tomar una hoja o describir o dibujarlo, para identificarlo más tarde en clase.
 - Registrar el tipo de vegetación como perennifolio (E) o Caducifolio (D).
- b. Si no se ve vegetación, ramas pequeñas o grandes en la intersección de hilos:
 - Registrar un (-) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*.

3. De pie, con los pies en línea con los hombros, mirar hacia abajo y observar cualquier tipo de vegetación que toque los pies y/o haya hasta la altura de las rodillas. No recoger lo que haya bajo el pie, utilizar sólo la vegetación que roza los pies sin moverse. (No medir la cobertura de suelo mediante el densímetro).



- a. Si la vegetación es verde (viva) registrar una (G) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*.
 - b. Si la vegetación es verde, anotar (GD) si es gramínea, (FB) si son herbáceas de hoja ancha, (OG) para otro tipo de vegetación verde, (SB) arbustos y (DS) arbustos enanos.
 - c. Si es marrón, pero todavía no se ha caído, anotar una (B).
 - d. Si no hay vegetación, anotar una (-) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*.
4. Después de haber completado las mediciones, llenar las tablas de resumen de la parte inferior de la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo* utilizando las siguientes fórmulas para calcular porcentajes. **Nota:** Si otros grupos midieron otras medias diagonales, comparar el “% de Cobertura vegetal” y el “% de cobertura del suelo” con los datos de las diagonales de los demás grupos. Hallar la media de los porcentajes de todos los grupos y usarla para determinar la cobertura terrestre dominante y para enviarla a GLOBE.
 5. Si se dispone de suficiente información para determinar la clase MUC del sitio en este punto, ya se habrá terminado. Si no, se puede calcular la altura de árboles, arbustos y gramíneas, seguir la *Guía de Campo para Medir la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.

Determinación del porcentaje de cobertura vegetal (árboles o arbustos) (columna 1):

Calcular el porcentaje de cobertura de árboles o arbustos utilizando los datos tomados. Usar la siguiente ecuación como modelo:

$$\% \text{ Cobertura de árboles o arbustos} = \frac{\Sigma \text{ de + (cobertura de árboles o arbustos)}}{\text{Total observaciones}} \times 100$$

Determinación del porcentaje de cobertura de hoja perenne o caduca (columna 3):

Calcular el porcentaje de cobertura de árboles o arbustos de hoja perenne o caduca utilizando los datos recogidos. Usar la siguiente ecuación como modelo:

$$\% \text{ Perenne} = \frac{\Sigma \text{ de Es (Observaciones "perenne")}}{\Sigma \text{ de Es} + \Sigma \text{ de Ds (total observaciones de cobertura vegetal)}} \times 100$$

Determinación del porcentaje de cobertura de suelo (columna 4):

Calcular el porcentaje de cobertura de suelo usando los datos recogidos. Utilizar la siguiente ecuación como modelo.

$$\% \text{ cobertura del suelo} = \frac{\Sigma \text{ de Gs (Verde)} + \Sigma \text{ de Bs (Marrón)}}{\Sigma \text{ Total observaciones}} \times 100$$

Determinación de la composición de cubierta herbácea (columna 5):

Calcular el porcentaje del suelo que es de gramíneas, herbáceas de hoja ancha u otro tipo de vegetación verde utilizando los datos y la siguiente ecuación como modelo.

$$\% \text{ gramíneas} = \frac{\Sigma \text{ de GDs (observaciones de gramíneas)}}{\Sigma \text{ de GDs} + \Sigma \text{ de FBs} + \Sigma \text{ de OGs} + \Sigma \text{ de SB} + \Sigma \text{ de DS}} \times 100$$

(Total observaciones de herbáceas del suelo)

Determinación del total de arbustos (columna 6):

$$\% \text{ Total arbustos} = \frac{\Sigma \text{ de + (arbustos presentes)}}{\Sigma \text{ Total observaciones}} \times 100$$

Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos

Guía de Campo

Actividad

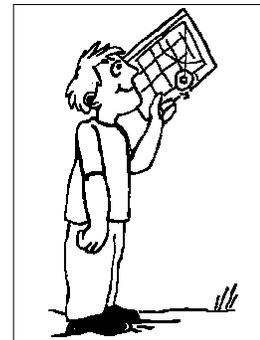
Medir la altura de la vegetación gramínea, arbustos y/o árboles, como ayuda en la determinación de la clase MUC del sitio de muestreo de cobertura terrestre

Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsa pequeña con cuentas
- *Hoja de Datos de Medición de la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores permanentes para árboles (opcional)
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u otras guías de identificación de especies
- Vendas

En el Campo

1. Medir la altura de las gramíneas (las gramíneas son las especies que identificamos como hierba).
 - a. Colocarse en el centro del sitio de muestreo de cobertura terrestre, vendar los ojos al compañero, y que tire la bolsita de cuentas donde quiera.
 - b. Utilizando la cinta flexible, medir la altura de la vegetación herbácea donde ha caído la bolsita; desde la base hasta la parte superior de la gramínea.
 - c. Anotar la altura en la *Hoja de Datos de la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.
 - d. Repetir el proceso dos veces más y hallar la media del resultado.
 - e. Usar la media para determinar la clase MUC.
2. Medir la altura de los arbustos (son los que miden entre 0,5 m y 5 m.)
 - a. Desde el centro del sitio de muestreo de cobertura terrestre, vendar los ojos al compañero, y que tire la bolsita de cuentas hacia alguna parte del sitio.
 - b. Localizar el arbusto más cercano a la bolsita. Medir la altura del arbusto desde la base del suelo hasta la rama más alta. Si es posible, realizar esto con la cinta métrica. Si es demasiado alto, medirlo con el clinómetro según las directrices de *Medición de la Altura de los Árboles* de la siguiente sección
 - c. Anotar la altura en la *Hoja de Datos de la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.
 - d. Repetir el proceso dos veces más y hallar la media del resultado.
 - e. Utilizar esta media para determinar la clase MUC.
3. Medir la altura de los árboles (Aclaración: los árboles miden más de 5 m de alto).



- a. Determinar la especie de árbol dominante y la codominante (la más numerosa y la segunda más numerosa) contando el número de veces que cada especie de árbol se ha registrado en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*. Anotar los nombres de las especies en la *Hoja de Datos de Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.
- b. Elegir:
 - El árbol más alto de la especie dominante
 - El árbol más bajo de la especie dominante (y que mida más de 5m).
 - Tres árboles que tengan una altura intermedia entre el más alto y el más bajo de la especie dominante.
- c. Marcar y numerar/nombrar de manera permanente los árboles si el profesor así lo ha indicado o si se va a volver al sitio para realizar mediciones posteriormente.
- d. Medir la altura del árbol con el clinómetro. Si se está situado en un suelo con pendiente, o se está utilizando la técnica simplificada del clinómetro, después usar la *Guía de Campo de Técnica Alternativa de Medición de la Altura de los Árboles* en lugar de los pasos siguientes. Si no es así,
 - Desplazarse desde la base del árbol hasta que se pueda ver la copa del árbol a través del sorbete (pajita, popote, cañita) del clinómetro.
 - Para obtener un mejor resultado, ajustar la distancia desde la base de árbol hasta que el clinómetro señale un ángulo tan cercano a los 30° como sea posible, y asegurarse de que se está, como mínimo, a la una distancia igual a la altura del árbol.
 - Asegurarse de que se está a nivel del suelo, con los pies a la misma altura que la base del árbol. Recordar que si no se está al mismo nivel que el árbol habrá que utilizar la *Guía de Campo de Técnica Alternativa de Medición de la Altura de los Árboles*.
 - Un compañero leerá y anotará el ángulo obtenido.
 - Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar el valor de la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos*.
 - Medir la distancia hasta la base del árbol. Un compañero ayudará con la cinta métrica de 50 m. Anotar esta distancia en la *Hoja de Datos*.
 - Medir la altura desde el suelo hasta los ojos. (¡Solo habrá que hacer esto una vez!) Anotarlo en la tabla.
 - Calcular la altura del árbol utilizando la fórmula siguiente:
$$\text{Altura del árbol} = \text{Tg}(\text{del ángulo del clinómetro}) \times (\text{distancia al árbol}) + \text{altura de los ojos},$$

y anotarla en la *Hoja de Datos*.
 - Medir la altura de cada árbol tres veces y calcular la media de las tres alturas. Si varían menos de un metro, anotar la media en la *Hoja de Datos*. Si no es así, repetir las mediciones hasta que los valores difieran en menos de un metro.
- e. Repetir el paso anterior para los otros cuatro árboles.
- f. Si la especie codominante es otro árbol, repetir los pasos b-e. Si no hay cinco árboles de especies codominantes en el sitio, incluir otras especies de árboles hasta completar un total de cinco árboles. Indicar que se están midiendo otras especies en los *Metadatos*.

Circunferencia de los Árboles

Guía de Campo

Actividad

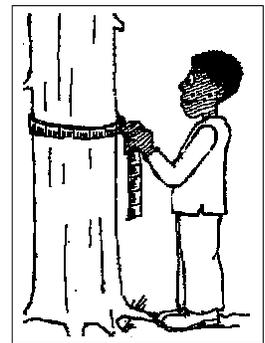
Realizar mediciones de circunferencia de los árboles de las especies dominantes y codominantes. Utilizar los mismos árboles que en las mediciones de la altura (en el mismo orden).

Qué se Necesita

- Cinta Métrica Flexible
- Lápiz o Bolígrafo
- *Hoja de Datos de Circunferencia de los Árboles*
- Claves de identificación de especies u otras guías de especies locales

En el Campo

1. Con la cinta métrica flexible, medir, desde la base del árbol en el suelo, una altura de 1,35 m (hasta la altura del pecho).
2. Medir la circunferencia del árbol a esa altura en *centímetros*.
3. Anotar la medida en la *Hoja de Datos de Circunferencia de los Árboles*.
4. Repetir este paso para cada uno de los árboles de los que se ha medido la altura.



Biomasa de Gramíneas

Guía de Campo y Laboratorio

Actividad

Medir la biomasa de las gramíneas en los sitios de muestreo de cobertura terrestre. **Nota:** gramíneas hace referencia únicamente a la vegetación que identificamos como hierba.

Qué se Necesita

- Bolsita pequeña con cuentas
- *Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas*
- Lápiz o bolígrafo
- Venda para los ojos
- Balanza
- Tijeras podadoras o fuertes
- Bolsitas de papel reciclado
- Claves de identificación de especies u otras guías de especies locales

En el Campo

1. Tapar los ojos a un compañero/a y que tire la bolsa con cuentas en algún lugar del sitio.
 - a. Delimitar un área de un metro cuadrado alrededor de la bolsita para tomar una muestra al azar.
 - b. Usando las tijeras podadoras, cortar toda la vegetación a ras del suelo en todo el metro cuadrado delimitado. No recoger ninguna hoja suelta ni basura.
 - c. Hacer una clasificación de lo recogido en verde o marrón. Cualquier parte con un poco de color verde se considera que pertenece al grupo verde.
 - d. Colocar lo separado en bolsas de papel reciclado diferentes. Identificar las bolsas según las indicaciones del profesorado.
2. Repetir el paso 1 dos veces más.



En el Aula

3. Calcular la biomasa de gramíneas:
 - a. Comprobar la temperatura del horno de secado, que debería ser entre 50 y 70 grados centígrados.
 - b. Colocar las bolsas en el horno de secado.
 - c. Usar una balanza para pesar (g) cada bolsa una vez al día.
 - d. Cuando el resultado sea el mismo en los dos días consecutivos, las muestras se habrán secado completamente.
 - e. Registrar el peso de cada bolsa con su contenido en la *Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas*.
 - f. Vaciar el contenido de la bolsa y pesar la bolsa vacía. Anotar este dato. Repetir el proceso con cada bolsa.
 - g. Calcular la masa de la vegetación gramínea (biomasa de gramíneas) utilizando esta fórmula:

$$\text{Biomasa} = \text{Peso de la muestra y de la bolsa} - \text{Peso de la bolsa vacía}$$
 - h. Anotar la biomasa de gramíneas de cada muestra en la *Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas*.

Medición de la Altura de los Árboles a Nivel del Suelo: Técnica Simplificada del Clinómetro

Guía de Campo

Actividad

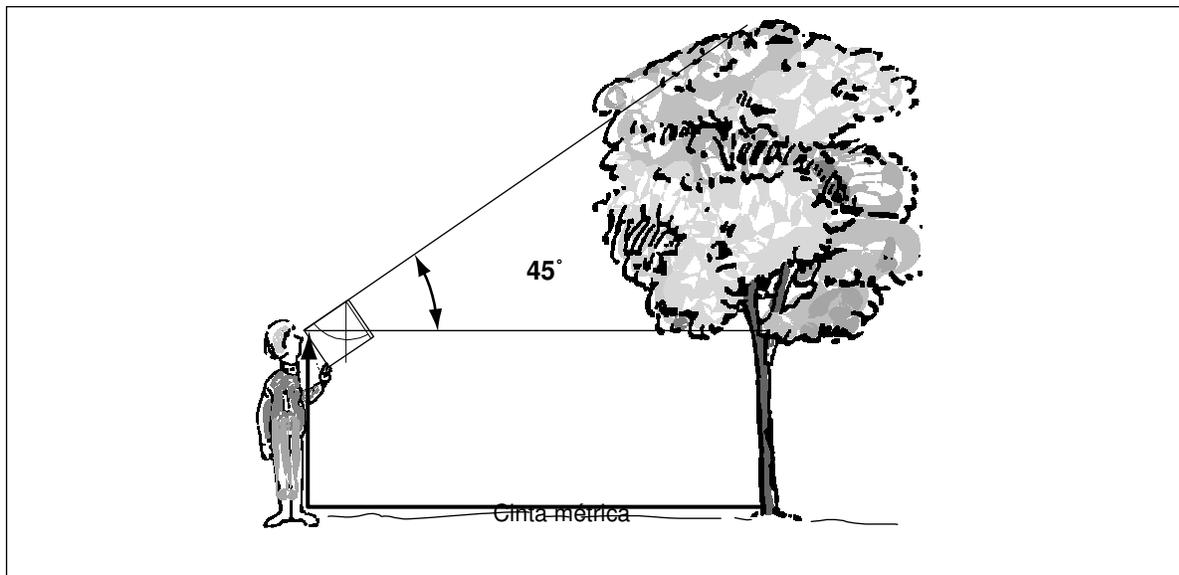
Medir las alturas de arbustos y/o árboles para ayudar a determinar la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- 50 m de cinta métrica
- Cinta métrica flexible
- Bolsitas de cuentas
- *Medición de la Altura de los Árboles desde el Suelo: Hoja de Datos de la Técnica Simplificada de Clinómetro*
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies y/u otras guías de especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en grupos de dos o de tres. Desplazarse desde la base del árbol hasta que el clinómetro marque 45 grados cuando se vea la parte más alta de la copa del árbol a través del sorbete.
2. Que un compañero extienda la cinta métrica de 50 m desde la base del árbol hasta los pies de quien esté midiendo con el clinómetro y, a continuación, que mida desde los pies hasta los ojos (de quien mide con el clinómetro).
3. Esta será la altura del árbol. Anotar la altura del árbol en *Medir la Altura de los Árboles a Nivel del Suelo: Hoja de Datos de Técnica Simplificada del Clinómetro*.



Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Posición Junto al Árbol

Guía de Campo

Actividad

Medir la altura de los arbustos y/o árboles como ayuda en la determinación de la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre

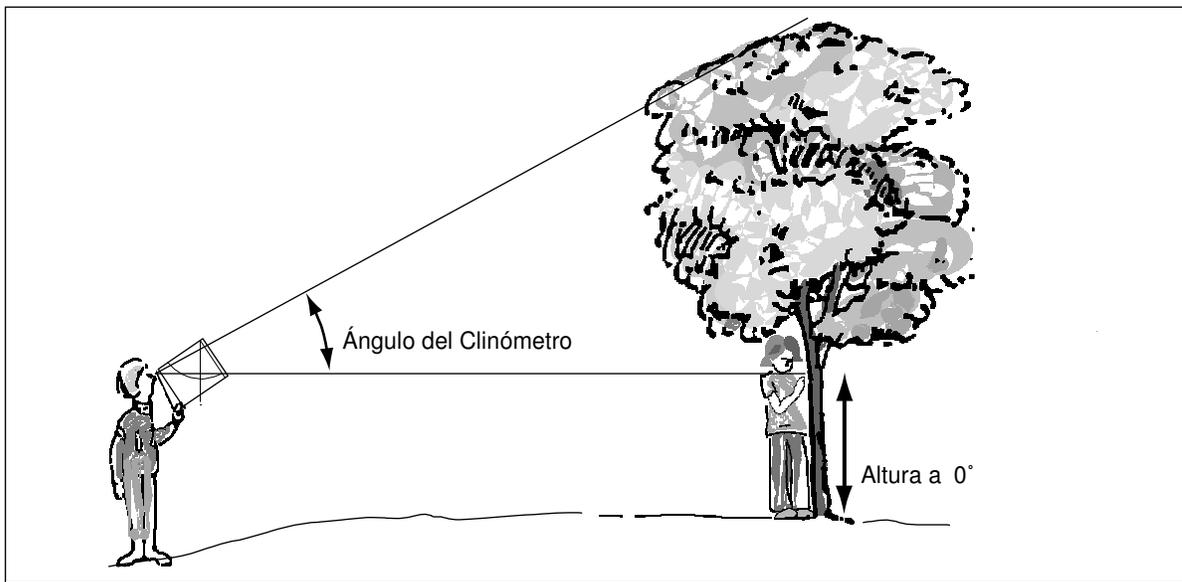
Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsa pequeña de cuentas
- *Medición de la Altura de los Árboles: Hoja de Datos c-*
- *Técnica de Posición Junto al Árbol*
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores Permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u
- Otras guías de especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en grupos de tres. Una persona se sitúa en la base del árbol. Dos de los integrantes del grupo se alejan de la base del árbol hasta que puedan ver la copa del árbol a través del sorbete del clinómetro. **Nota:** Para un mejor resultado, ajustar la distancia para que el clinómetro marque un ángulo lo más cercano posible a 30°, siempre que la distancia sea superior a la altura del árbol.
2. Observar la copa del árbol utilizando el clinómetro. Que un compañero lea y anote el ángulo del clinómetro.
3. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de la Altura de los Árboles: Técnica de Posición Junto al Árbol*.
4. Manteniendo el clinómetro en 0 grados, mirar a través del sorbete y que el compañero/a que se quedó junto al árbol localice la posición del árbol que se está observando.
5. Medir la altura desde la base del árbol hasta la posición del árbol que se ve cuando el clinómetro marca 0 grados.
6. Medir la distancia hasta la base del árbol. Que un compañero/a ayude usando la cinta métrica de 50 m. Anotar este dato en la *Hoja de Datos de Medición de la Altura de los Árboles: Técnica de Posición Junto al Árbol*
7. Calcular la altura del árbol mediante la siguiente fórmula:

$$[\text{tg}(\text{ángulo del clinómetro}) \times (\text{distancia al árbol})] + (\text{altura del árbol a 0 grados})$$



8. Anotar el dato de la altura del árbol en la *Hoja de Datos de Medición de la Altura de los Árboles: Técnica de Posición Junto al Árbol*.

9. Repetir los pasos 1 al 8 dos veces más por cada árbol y anotar el valor medio.

Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Sobre el Nivel de la Base del Árbol

Guía de Campo

Actividad

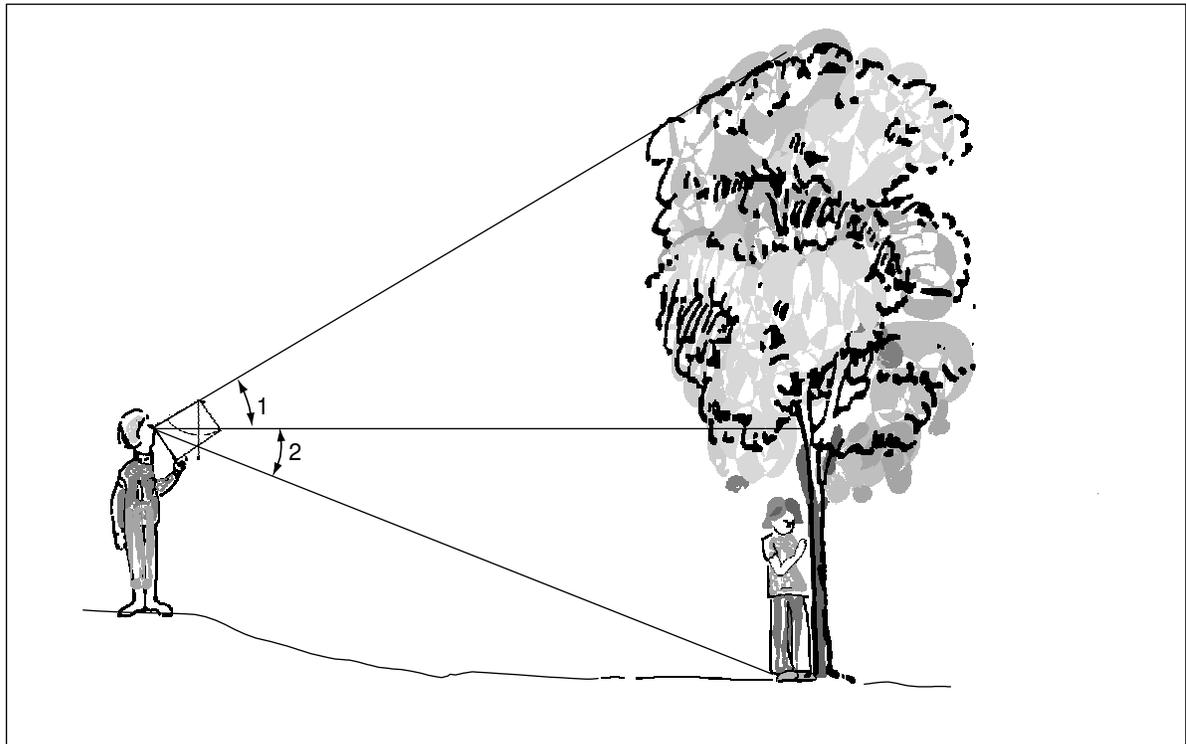
Medir la altura de arbustos y/o árboles como ayuda en la determinación de la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsitas de cuentas
- *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol.*
- Tabla de cosenos
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores Permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u otras guías de especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en parejas. Desplazarse desde la base del árbol hasta que se pueda ver la copa del árbol a través del sorbete del clinómetro. **Nota:** Para un mejor resultado, ajustar la distancia para que la lectura del clinómetro sea lo más próxima a 30 grados posible y asegurarse de que se esté a una distancia del árbol superior a su altura.
2. Ver la copa del árbol con el clinómetro. Que el compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la 1ª lectura del clinómetro.
3. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol.*
4. Girar el clinómetro y mirar a través de la pajita por el otro extremo. Ver la base del árbol. Que el compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la 2ª lectura del clinómetro.
5. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol.*
6. Usando la *Tabla de Cosenos*, anotar el coseno de la 2ª lectura del clinómetro en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Sobre el Nivel de la Base del Árbol.*



7. Medir la distancia horizontal desde los ojos a la base del árbol. Un compañero/a ayudará con la cinta de 50 m. Anotar este dato en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol*.
8. Calcular la línea base mediante la fórmula siguiente:
(Distancia al árbol) x \cos (2ª lectura del clinómetro)
9. Calcular la altura del árbol utilizando la fórmula siguiente:
 tg (1º ángulo del clinómetro) x (línea de base) + tg (2º ángulo del clinómetro) x (línea base)
10. Anotar la altura del árbol en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Sobre el Nivel de la Base del Árbol*.
11. Repetir todos los pasos dos veces más para cada árbol y enviar el valor medio.

Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol

Guía de Campo

Actividad

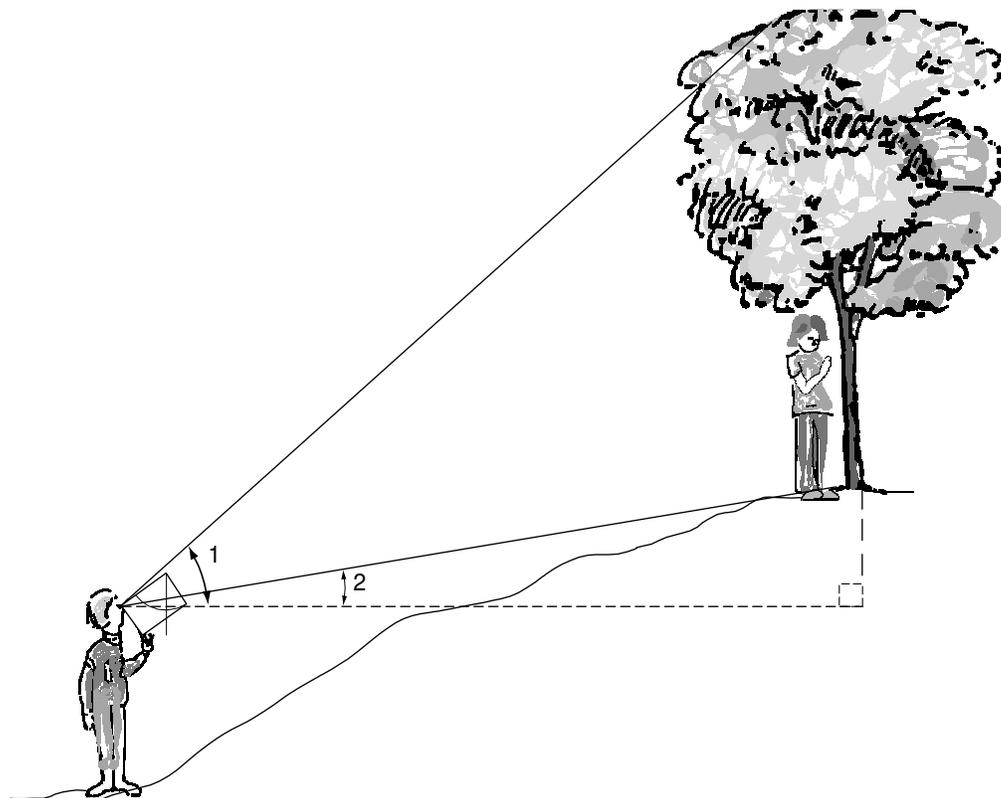
Medir la altura de arbustos y/o árboles como ayuda en la determinación de la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsitas de cuentas
- *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol.*
- Tabla de cosenos
- Lápiz o bolígrafo
- Marcadores permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u otras especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en parejas. Separarse de la base del árbol hasta que se pueda ver la copa del árbol a través de la pajita del clinómetro. **Nota:** Para obtener un mejor resultado, ajustar la distancia para que la lectura del clinómetro sea lo más aproximada posible a 30 grados, siempre que se esté a más distancia del árbol que su altura.
2. Observar la copa del árbol mediante el clinómetro. Que un compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la 1ª lectura del clinómetro.
3. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol.*
4. Observar la base del árbol con el clinómetro. Que el compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la lectura 2ª del clinómetro.
5. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos bajo el Nivel de la Base del Árbol*
6. Usando la *Tabla de Cosenos*, anotar el COS de la 2ª lectura del clinómetro en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol.*



7. Medir la distancia horizontal desde los ojos hasta la base del árbol. El compañero/a ayudará con la cinta métrica de 50 m. Anotar este dato en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol*
8. Calcular la línea base por medio de la formula siguiente:
(Distancia al árbol) x \cos (2^{a} lectura del clinómetro)
9. Calcular la altura del árbol utilizando la formula siguiente:
 tg (1^{er} ángulo del clinómetro) x (línea de base) – tg (2° ángulo del clinómetro) x (línea de Base)
10. Anotar la altura del árbol en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol*
11. Repetir los pasos 1 a 11 dos veces más para cada árbol y enviar el valor medio.

Preguntas Frecuentes

1. Se tiene un MUC 0; sin embargo, no hay una especie dominante ¿que se debe hacer?

Anotar en los metadatos que se tiene una mezcla de especies dominantes y cuáles son estas especies. Si se mide la altura y la circunferencia de los árboles, utilizar los mismos criterios para elegir los árboles, pero informar que la cobertura es mixta.

2. ¿Qué se debe hacer si existe una cobertura vegetal de varias capas o niveles?

Si hay una cobertura vegetal de varias capas se debe intentar identificar la más alta sin cambiar de posición. Si hay vegetación en la intersección de los hilos del densímetro marcar con un (+).

3. ¿Y si todo el círculo que veo con el densímetro está lleno de vegetación, pero no hay vegetación en el centro?

Es una pregunta típica. El equipo de Cobertura Terrestre/ Biología ha escogido la intersección de hilos como muestra. Por lo tanto, esto se marcaría con un (-).

4. ¿Y si no se puede ir al sitio durante las condiciones de máximo desarrollo (máxima foliación)?

Si no se puede ir al sitio durante el máximo desarrollo realizar las mediciones en la época de la caída de las hojas, y tratar de hacer todo lo posible por obtener datos en la época de máxima foliación

5. ¿Y si el alumnado es demasiado joven para comprender las matemáticas que se usan para determinar la altura de los árboles?

Usar la *Técnica Simplificada de Medición de la Altura de los Árboles*.

6. ¿Y si se quiere medir la altura de los árboles en pendiente?

Hay guías adicionales para estas situaciones que proporcionan métodos para medir la altura de los árboles en pendiente. La que se debe elegir depende de la topografía del sitio.

7. ¿Y si el árbol está inclinado?

Si el árbol está inclinado medir copa del árbol, como siempre. Medir la distancia de la línea de base hasta un punto que quede directamente por debajo del punto de cobertura vegetal más alto, que puede no ser donde el tronco del árbol toque con el suelo.

8. ¿Y si la cobertura vegetal es tan densa que no se distingue la copa individual del árbol?



Esto ocurre a menudo en áreas con cobertura densa donde los árboles son todos muy altos. Hay que moverse por la zona hasta encontrar una buena línea de visión de las copas de los árboles.

9. ¿Qué exactitud tiene la medición de la altura de los árboles?

Como otras medidas, la precisión y la exactitud aumentan con la práctica y el cuidado en las mediciones. Tres grupos realizando las mismas medidas deberían obtener resultados no muy dispares, entre +/- 1 metro entre cada uno.

10. ¿Qué hacer si no se tiene una especie de árbol o arbusto codominante?

Si las especies codominantes están mezcladas en el sitio, medir las alturas y las circunferencias de 5 árboles o arbustos de especies diferentes. Anotar las especies que se utilicen en los metadatos.

11. ¿Qué hacer si no existen 5 árboles y arbustos de la especie dominante en el sitio? ¿Se debe realizar la medición de altura y de circunferencia?

Si hay menos de cinco, medir todos los árboles y arbustos del sitio y anotarlo en los metadatos.

12. El centro no dispone de un horno secador. ¿Se puede secar la hierba de otra manera?

Primero, comprobar si se puede utilizar algún otro horno, de otro colegio, de la Universidad, o de alguna otra organización de la región. En climas secos y templados, las muestras de biomasa de gramíneas se pueden secar en bolsas al exterior. No utilizar un horno convencional para secar la vegetación gramínea, ¡es peligroso!

13. Cuando se mide la biomasa de la hierba, ¿qué hay que hacer con el musgo o los líquenes?

Los musgos y los líquenes se consideran "Otras verdes" y poseen su propio apartado en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*. No incluir el musgo o liquen en las muestras secas. Anotar en los metadatos si estas especies están en gran proporción en la cobertura verde del suelo.