



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**CONAFOR**  
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

## METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD Y LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO DE PLANTA EN LOS VIVEROS FORESTALES



### SISTEMA "TRADICIONAL" DE PRODUCCIÓN DE PLANTA (EN BOLSA DE POLIETILENO)

ZAPOPAN, JALISCO. AGOSTO, 2021.





## CONTENIDO

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	1
METODOLOGÍA DE INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PANTA EN VIVERO	2
<b>I Cuantificación de bolsas por platabanda y por especie</b>	2
1. Cuantificación de bolsas por platabanda	2
2. Cuantificación total (meta) de bolsas por unidad de producción.	4
<b>II Utilización de un sistema de muestreo para la determinación de parámetros morfológicos de la planta como indicadores de calidad.</b>	6
Diseño del muestreo	6
Determinación del tamaño de muestra	7
Distribución de la muestra en campo	8
Número de “ <i>pares de filas de bolsas</i> ” a muestrear	9
<b>III Elementos a determinar con el muestreo</b>	13
Número de plantas vivas	13
Número de bolsas vacías	13
Altura de la planta en cm	13
Diámetro al cuello en mm	13
Índice de Esbeltez (IE)	13
Valoración de otros atributos de la planta	13
<b>IV Cálculo de existencias y condición de calidad de la planta</b>	15
Cumplimiento de la meta por especie y por convenio	15
Estimadores de los parámetros de calidad de las especies producidas	16
Proporción de la planta producida que cumple con las características técnicas establecidas en el convenio de producción.	17
Formatos de campo	20





## RELACIÓN DE ESQUEMAS, IMÁGENES Y CUADROS

		PÁGINA
<b>Esquema 1</b>	Determinación del número de bolsas por platabanda.	3
<b>Esquema 2</b>	Determinación del número de bolsas por platabanda en función al número de bolsas por metro cuadrado.	4
<b>Imagen 1</b>	Sistema de producción tradicional en bolsa.	5
<b>Cuadro 1</b>	Determinación del número de bolsas por ancho de platabanda de 1.2 m	6
<b>Cuadro 2</b>	Cantidad de “ <i>pares de filas</i> ” a muestrear para cuantificar las 400 plantas requeridas	9
<b>Esquema 3</b>	Elaboración propia del croquis de distribución de la especie a evaluar en las platabandas que la contienen.	10
<b>Esquema 4</b>	Elaboración propia de la distribución en el vivero de los 17 pares de filas de bolsas o unidades de muestreo.	12
<b>Esquema 5</b>	Procedimiento para corroborar el volumen de la bolsa llena, de acuerdo con las dimensiones señaladas (elaboración propia)	14
<b>Esquema 6</b>	Características morfo-fisiológicas que deben ser consideradas para determinar la calidad de la planta.	19







## INTRODUCCIÓN

Con la nueva Estrategia Nacional de Restauración Forestal y Reconversión Productiva, la Comisión Nacional Forestal promueve la integración y operación del programa de producción de planta en viveros forestales a través de la firma de convenios o contratos con ejidos, comunidades y personas físicas, para abastecer la demanda nacional que se genera a través de las Reglas de Operación del “Programa de Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable” y de los Lineamientos de Compensación Ambiental.

En el programa de producción de planta participan diferentes instancias y viveros distribuidos en las áreas de restauración a intervenir en el país. Con cada Instancia productora de planta se signa un convenio de concertación o un contrato para la producción donde se plasman derechos y obligaciones entre las partes (CONAFOR y productor de planta), con el propósito de lograr el cumplimiento en tiempo y forma de la producción y entrega de la planta pactada. En estos convenios o contratos, se establecen los mecanismos de supervisión y verificación periódica a los viveros y del programa de producción, para constatar los avances, así como el logro de las características técnicas de calidad estipuladas para cada especie, y en su caso, de entrega recepción de la planta. Estas verificaciones exigen un procedimiento estandarizado tanto para el conteo de la planta como para la valoración de las características técnicas de la misma, situaciones que pueden hacerse mediante conteo directo de la planta o mediante muestreo.

Para facilitar la supervisión, verificación y seguimiento de los programas de producción y cumplimiento de los convenios o contratos para la producción de planta, se ha diseñado la presente Metodología para la evaluación de calidad y levantamiento del inventario de planta en los viveros forestales, la cual es aplicable para el muestreo por especie, con un error de estimación del 0.05 % y una confiabilidad del 95%.

Anexo a la **“Metodología para la evaluación de calidad y levantamiento de inventario de planta en los viveros forestales”**, se incluyen cuadros de captura de datos de campo por especie y talla y un cuadro resumen general, que a su vez sirve de anexo del informe técnico, acta de verificación o cierre técnico que se levante en la supervisión.

## OBJETIVOS

Determinar las existencias de planta y sus características técnicas de calidad, por especie y condición, de acuerdo con lo establecido en los convenios o contratos de producción de planta, en los viveros forestales que producen para el Programa de Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable y el programa de Compensación Ambiental de la CONAFOR, mediante el muestreo sistemático de la producción por especie.





## METODOLOGÍA DE INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PANTA EN VIVERO.

Para determinar si el vivero tiene en existencia la cantidad de planta convenida o contratada, se requiere hacer un conteo o un inventario de planta por especie. Dado que puede haber metas relativamente grandes de planta y en virtud de que los recursos como tiempo, personal y dinero son limitados para realizar un censo, conviene hacer un muestreo que nos indique con cierto grado de certeza, que se está cumpliendo con lo establecido en los convenios o contratos, tanto en cantidad como en el cumplimiento de las características técnicas de la planta.

Para realizar el inventario de plantas por especie en el sistema de producción en bolsa, debemos tener en cuenta:

- Dimensiones de la bolsa utilizada (dimensiones de ancho por largo)
- Ancho promedio de platabandas.
- Longitud total en metros de platabandas por especie y condición,
- Número de bolsas, de acuerdo con su diámetro, que haya en un metro lineal, por metro cuadrado y a lo ancho de la platabanda.

A continuación, se explica el procedimiento de conteo para determinar el inventario de planta por especie:

### I.- Cuantificación de bolsas por platabanda y por especie.

#### 1. Cuantificación de bolsas por platabanda:

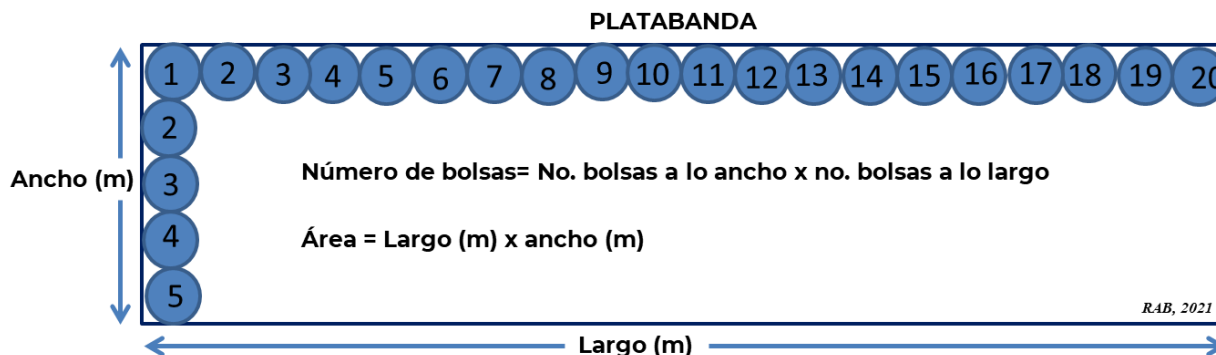
##### a. A nivel de la platabanda completa:

Se deben cuantificar el número de bolsas que hay a lo ancho de la platabanda (en 1.2 m) y el número de bolsas que hay a lo largo de la platabanda.

Se multiplica el número de bolsas a lo ancho por el número de bolsas a lo largo y ello nos da el número de bolsas total por platabanda, como se ilustra en el Esquema 1:

*Número de bolsas por platabanda = Número de bolsas a lo ancho x número de bolsas a lo largo.*





**Esquema 1.-** Determinación del número de bolsas por platabanda.

Si existe más de una platabanda de la especie y de la condición de edad, por ejemplo, habrá que hacer esta determinación platabanda por platabanda y realizar una suma final para la determinación del número total de bolsas por especie:

**Total de bolsas por especie =  $\sum$  de todos los números de bolsas/platabanda de la especie y condición.**

#### **b. Con base en la determinación del número de bolsas por metro cuadrado.**

Otra forma para realizar el conteo de bolsas y de planta por especie será:

- Se mide un metro cuadrado de la platabanda y se cuantifica el número de bolsas que caben en ese metro cuadrado. El número de bolsas varía de acuerdo con las dimensiones de la bolsa. Se recomienda hacer al menos 3 conteos en puntos diferentes de la platabanda o del área a evaluar, obtener el promedio de bolsas por metro cuadrado y ese dato utilizarlo para la determinación del dato final.
- Se obtiene la superficie de la platabanda multiplicando lo que mida de ancho en metros por lo que mida de largo en metros:

**Superficie de la platabanda = Largo (m) x ancho (m) =  $Xm^2$  de la platabanda**

- El número promedio de bolsas determinado por metro cuadrado, se multiplica por los metros cuadrados de la platabanda:

**Número de bolsas por platabanda = (Número de bolsas/ $m^2$ ) x ( $Xm^2$  de la platabanda).**

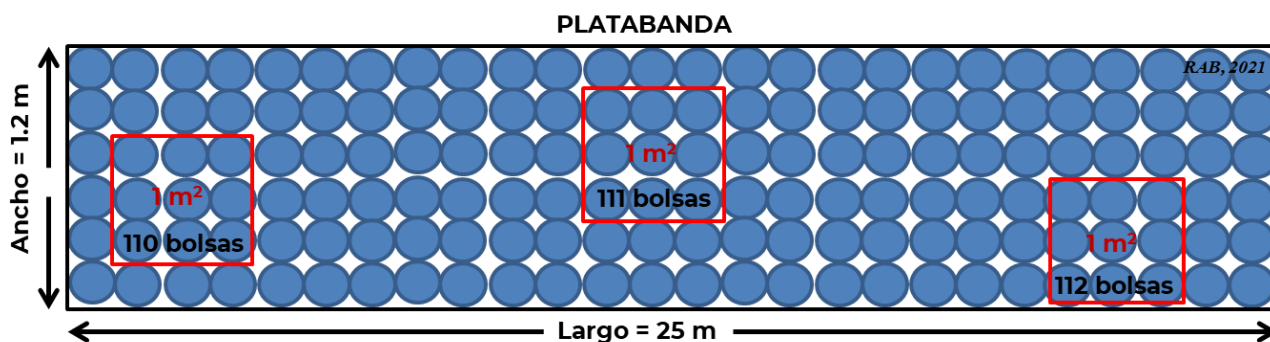




### Ejemplo:

Se tiene una platabanda con las dimensiones especificadas en el esquema 2. En la platabanda, se hace la determinación del número de bolsas por  $m^2$  en tres unidades diferentes, para reducir el error de estimación. En nuestro ejemplo hipotético, el número promedio de bolsas por  $m^2$  sea de 111, y la superficie de la platabanda, de acuerdo a las dimensiones señaladas, sea de  $30m^2$ :

$$\text{Número de bolsas en la platabanda} = (111 \text{ bolsas}/m^2) \times (30m^2) = 3,330 \text{ bolsas.}$$



4

**Esquema 2.-** Determinación del número de bolsas por platabanda en función al número de bolsas por metro cuadrado.

Para determinar el número de bolsas por especie de la misma condición (nos referimos a planta de la misma edad), tendrá que medirse la superficie total de platabandas que contengan esa especie, multiplicar esa superficie total (en  $m^2$ ) por el número de bolsas/ $m^2$  determinado. Considerar que esto aplica para bolsas de una misma dimensión. Si la especie está distribuida en dos tamaños diferentes de bolsa, la determinación se realizará por separado de acuerdo con el tipo y tamaño de bolsa.

$$\text{Total de bolsas/especie} = (\text{Número de bolsas de la misma condición}/m^2) \times (Xm^2 \text{ total de platabandas de la misma condición})$$

## 2. Cuantificación total (meta) de bolsas por unidad de producción.

Si un vivero está desarrollando más de un convenio/contrato de producción, la determinación se realizará por convenio/contrato y de acuerdo con las condiciones establecidas en él. En este sentido, para determinar si se está cumpliendo con el total de la meta comprometida, bastará con hacer lo siguiente:







- Toda vez que en el paso anterior se cuantificó el número de bolsas por platabanda, y se realizó la cuantificación de bolsas por especie, ahora sólo se requiere hacer la suma de todas las especies:

***Total de bolsas por convenio (meta total) =  $\sum$  Totales de bolsas por especie y condición.***



**Imagen 1.-** Sistema de producción tradicional en bolsa.

Lo ideal es que toda la planta esté en una misma condición de edad, no obstante, si existen diferentes edades, deberán establecerse diferentes lotes, y para determinar la cantidad de bolsas totales, habrán de sumarse los totales por condición de edad.

También habrá que contabilizar el número de plantas vivas. Recordemos que hay problemas de germinación, que hay especies que germinan y pueden ser atacadas por insectos, o que se quedan suprimidas. Es necesario corroborar que existen vivas, todas las plantas convenidas por especie.

Si se utiliza el procedimiento descrito en el inciso a), se tendría que contabilizar el número de plantas vivas por platabanda, luego, sumar todas las plantas vivas de cada platabanda y así determinar el número de plantas existentes por especie. Luego sumar todas las plantas vivas por especie para obtener el total de planta existente respecto de la meta total convenida o contratada:

***Total de plantas/especie =  $\sum$  de las plantas vivas de todas las platabandas de la especie y condición.***

***Total de plantas/convenio =  $\sum$  de total de plantas vivas de cada especie.***







Si se utiliza el procedimiento del inciso b), se tendría que contabilizar el número de plantas vivas por m<sup>2</sup>, así como el número de cavidades vacías, y utilizar las mismas relaciones arriba mencionadas.

También se requiere verificar que la planta producida cumpla con las características técnicas de altura y diámetro, así como de salud y condición fisiológica.

## II.- Utilización de un sistema de muestreo para la determinación de parámetros morfológicos de la planta como indicadores de calidad.

Los volúmenes de producción pueden ser altos, por lo que se requerirá agilizar el proceso para el levantamiento de los inventarios por especie y por convenio, y sobre todo, se requiere la valoración del cumplimiento de las características morfo-fisiológicas de la planta que han sido acordadas en el convenio de producción correspondiente.

De acuerdo con trabajos previos realizados por investigadores del INIFAP, respecto de la evaluación de la calidad de planta en varios viveros que tuvieron convenios y contratos con la CONAFOR, las variables altura del tallo e índice de esbeltez (que resulta de la relación altura (cm)/diámetro (mm)), presentan alta variabilidad a nivel de especie, sistema de producción y de vivero, siendo el diámetro al cuello la variable con niveles de varianza menores.

En este sentido, la metodología que se propone, tiene el propósito de realizar una estimación del comportamiento de los indicadores morfológicos de calidad de planta: altura (cm), diámetro al cuello (mm) e índice de Esbeltez (IE), y realizar una valoración cualitativa de otros aspectos importantes para la determinación de la condición de la planta en general.

6

### Diseño del muestreo

El diseño de muestreo que se propone es el Muestreo sistemático, para agilizar el procedimiento y facilitar el trabajo en campo. Para la toma de datos morfológicos de las especies, se tomará como unidad de muestreo un **“par de filas de bolsas”**, en el cual contendrá diferentes elementos de muestreo dependiendo del tamaño de bolsa utilizada.

El ancho de la platabanda constituye la longitud de la fila, por lo que si consideramos que el ancho estándar de la platabanda es de 1.2 metros, el número de bolsas por fila, dependiendo de las dimensiones de la bolsa sería como se muestra en el cuadro 1:

**Cuadro 1.-** Determinación del número de bolsas por ancho de platabanda de 1.2 m.

TAMAÑO DE BOLSA	DIÁMETRO DE LAS BOLSAS LLENAS (CM)	NÚMERO DE BOLSAS POR FILA (1.2 M)
13 x 19, 13 x 25	8.3	14.46 ≈ 15
15 x 25, 15 x 30	9.6	12.50 ≈ 13





No obstante, se recomienda cuantificar en terreno el número de bolsas que hay por fila de acuerdo con el tamaño de bolsa utilizada, toda vez que puede haber variaciones por el acomodo.

## Determinación del tamaño de muestra

Para la determinación del tamaño de muestra se parte de que no se cuenta con ningún dato de la población a evaluar, utilizando la máxima variabilidad como soporte de la determinación del tamaño de muestra. Se conocimiento del número de plantas por especie de acuerdo con las metas convenidas.

El tamaño de muestra deberá determinarse por especie y condición (nos referimos a planta de la misma edad) de la planta a evaluarse. Este tamaño de muestra deberá proporcionar una estimación apropiada de la cantidad de planta disponible en cada vivero para ser llevada a campo; asimismo, la magnitud de la muestra estará en función de la precisión deseada (95%), del error admisible (5%) y de la variabilidad de la población. La relación que se utilizará, por lo tanto, será:

### *a) Cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población.*

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$$

7

### Dónde:

***n** = Número de plantas a medir,*

***N** = Tamaño de la población (meta por especie o número de plantas/especie),*

***Z** = Nivel de confianza, en nuestro caso será del 95%,*

***p** = Proporción aproximada de plantas que cumplen con la condición ( $p=0.5$ ), que están en el rango de altura y diámetro convenido.*

***q** = ( $1-p$ ) Proporción de planta que no presenta la condición ( $1-0.5=0.5$ ), plantas que quedan fuera, por arriba o por debajo de los rangos de altura y diámetro convenidos.*

***d** = Precisión (error máximo admisible en términos de la proporción), en nuestro caso será de 0.05 o 5%.*

### Ejemplo:

Se quiere determinar el número de plantas a muestrear de la especie *Leucaena leucocephala* en un vivero con una meta de 125,000 plantas en bolsa de polietileno de 13 x 25. En el contrato de producción se indica que esta especie debe tener a la entrega, una altura de 30 a 35 cm y un diámetro al cuello del tallo  $\geq 5$  mm. Se aceptará un error de estimación de 0.05 (5%) y una confiabilidad del 95%. Los datos con los que se cuenta son los siguientes:





$N = 125,000$  plantas de *Leucaena leucocephala* (meta de producción por especie),

$Z = 1.96$  (valor obtenido de tablas para un nivel de confianza del 95%),

$p = 0.5$ ,

$q = (1-0.5) = 0.5$

$d = 0.05$

### Sustituyendo valores:

$$n = \frac{(125,000)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(125,000 - 1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{120,050}{312.4975 + 0.9604} = \frac{120,050}{313.4579} = 383 \text{ plantas}$$

Es decir, que si tenemos una meta de 125,000 plantas de la especie señalada, se tendrán que muestrear 383 individuos para asegurar que los datos estimados representen una aproximación a la situación real en cuanto al diámetro y la altura y las demás características técnicas de toda esa planta, con una confiabilidad del 95% y un error de estimación del 5%.

8

Bajo esta premisa y haciendo un continuo de cálculos para diferentes tamaños de meta, encontramos que en el rango en que se mueven actualmente las metas de producción por especie, el tamaño de muestra tiende a ser constante (384 plantas), más por practicidad, se recomienda que **en todas las mediciones se utilice un tamaño de muestra igual a 400 plantas por especie y condición**. En el cuadro 2 se presenta el comportamiento de ( $n$ ) para diferentes metas de producción:

### Distribución de la muestra en campo

El muestreo será sistemático, es decir, que la unidad de muestreo se distribuirá de manera regular a una distancia o intervalo dado, equidistante una de otra, partiendo de un punto inicial el cual será elegido al azar.

La unidad de muestreo será un “**par de filas de bolsas**”. Si se conoce el número de bolsas que hay por fila (a lo ancho de la platabanda), se conocerán cuantos elementos habrá en cada unidad de muestreo, de tal suerte que para distribuir las 400 plantas que hay que muestrear, se puede establecer una relación como se indica en el Cuadro 3. El número de pares de bolsas a muestrear se obtiene de dividir las 400 plantas que indica el tamaño de muestra ( $n$ ), entre el número de bolsas que hay en el “par de filas”, a saber:







**Cuadro 2.-** Cantidad de “*pares de filas*” a muestrear para cuantificar las 400 plantas requeridas.

DIMENSIONES DE LAS BOLSAS VACÍAS (DIÁMETRO Y ALTURA EN CM)	DIÁMETRO DE LAS BOLSAS LLENAS (CM)	NÚMERO DE BOLSAS / FILA	NO DE BOLSAS / “PAR DE FILAS”	NO DE “PARES DE FILAS” A MUESTREAR PARA 400 PLANTAS
13 X19	8.3	14	30	<b>*14.3 ≈ 15</b>
13 X 25	8.3	14	30	<b>*14.3 ≈ 15</b>
15 X 15	9.6	12	34	<b>*16.6 ≈ 17</b>
15 X 25	9.6	12	34	<b>*16.6 ≈ 17</b>

\*El número de pares de filas a muestrear, se aproxima al entero superior próximo para garantizar la confiabilidad deseada.

### Número de “pares de filas de bolsas” a muestrear

Si bien en las bolsas más pequeñas basta con muestrear 15 “*pares de filas de bolsas*” para tener las 400 plantas que se requieren (se sube al entero siguiente, dado que no hay fracciones) y 17 pares de filas para la bolsa más grande para completar las 400 plantas (tamaño de muestra), con fines prácticos, se recomienda que para todos los tamaños de bolsa, **se levante una muestra de 17 “pares de filas de bolsas” por especie.**

### Procedimiento para distribuir las unidades de muestreo en campo:

Antes de iniciar la verificación y levantamiento del inventario, es necesario realizar un recorrido por el vivero, con la finalidad de identificar la distribución de las especies y condiciones de la producción en el terreno. Es conveniente elaborar un croquis para señalar la distribución de cada especie a evaluar, indicando el número de platabandas que le corresponden, la ubicación y condición de éstas, así como la longitud en metros o en pasos que cubren el total por condición.

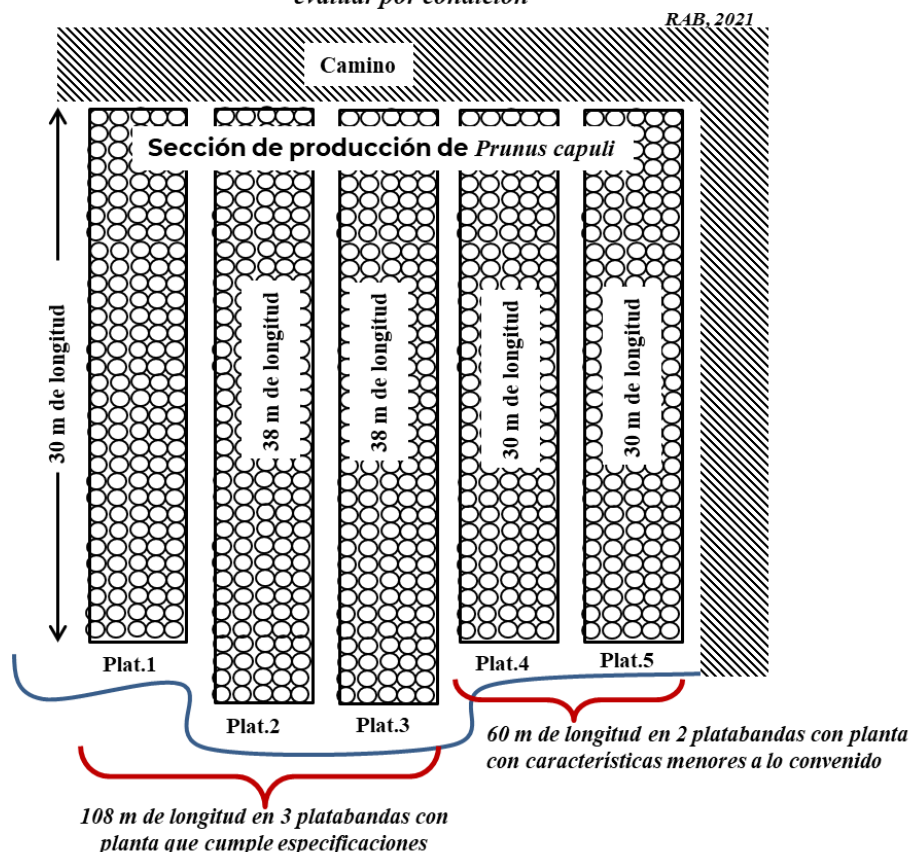
- Lotificación de la muestra.-** Si el estado fenológico de las plantas de una misma especie está bien diferenciado y estas se encuentran físicamente separadas por platabandas, se deberá muestrear por separado la planta que cumpla con las características técnicas pactadas y la planta pequeña que aún no alcance las tallas.

**Ejemplo:** Si en un vivero se tiene un lote de 100,000 plantas de mezquite en bolsa de 13 x 25, con tallas de diámetro y altura aproximadas a las requeridas y otro de 50,000 plantas con tallas inferiores, el muestreo de parámetros morfológicos se realizará tanto en las 100,000 como en el lote de 50,000, muestreando 17 “pares de filas de bolsas” en cada caso. En el caso de las plantas del lote de 50,000, donde por simple vista se sabe que no cumplen con los parámetros morfológicos requeridos, se puede evitar hacer las mediciones.





*Croquis de ubicación en campo de la especie a evaluar por condición*



**Esquema 3.-** Elaboración propia del croquis de distribución de la especie a evaluar en las platabandas que la contienen.

En el caso del ejemplo anterior, se tomarán 17 pares de bolsas en cada lote, pero para los parámetros morfológicos, en el caso de la planta chica, de cada par de filas de bolsas se medirá solo una fila, o la mitad de las bolsas por par de filas, solo para corroborar la condición de los parámetros, incluso puede optarse por no medirse.

- b. Longitud total de "platabandas"/especie y condición.-** Para cada lote de producción (por especie y condición), se deberá determinar la longitud total de las platabandas en metros o en "pasos" del evaluador. En caso de existir "Platabandas" cuyas longitudes varíen notablemente, será necesario determinar la longitud de cada una para obtener la longitud total de "platabandas", como se ilustra en el esquema 3 y se describe a continuación:





**Longitud total de "platabandas" (metros o pasos)/ especie y condición = (Número de platabandas de igual longitud) x (Longitud en metros o en pasos de la platabanda)**

O de otro modo, si las platabandas son de longitudes diferentes:

**Longitud total de "platabandas" (metros o pasos)/ especie y condición =  $\sum$  de las longitudes de las n platabandas.**

- c.** Equidistancia de las unidades de muestreo (determinación del intervalo  $k$ ).- Para distribuir sistemáticamente los "pares de filas de bolsas" en el lote de la misma condición, se calculará la equidistancia ( $k$ ) entre "pares de filas de bolsas" a muestrear de la siguiente manera:

**Equidistancia ( $k$ ) entre "pares de filas de bolsas" = (Longitud total de "platabandas"/ especie y condición) / (Número de "pares de filas de bolsas" a muestrear).**

De manera general, se estarán muestreando **17 pares de filas** para los tamaños de bolsa 13 x 19, 13 x 25 y 15 x 25, 15 x 30.

**Ejemplo:** En un lote de producción de *Pinus greggii*, en bolsas de polietileno de 13 x 19 cm, con 15 platabandas de 30 m de largo cada una, se tiene una longitud total de platabandas = 15 x 30m = 450 m. Si requerimos distribuir 17 pares de filas, la equidistancia entre "pares de filas de bolsas" a muestrear será:

$$\text{Equidistancia } k = 450 \text{ m} / 17 = 26.47 \text{ m} \approx 27 \text{ m} \text{ entre un par y otro.}$$

Como el resultado no es entero, se puede convenir en subirlo al entero superior próximo, es decir, que cada par de filas de bolsas estará cada 27 metros uno de otro.

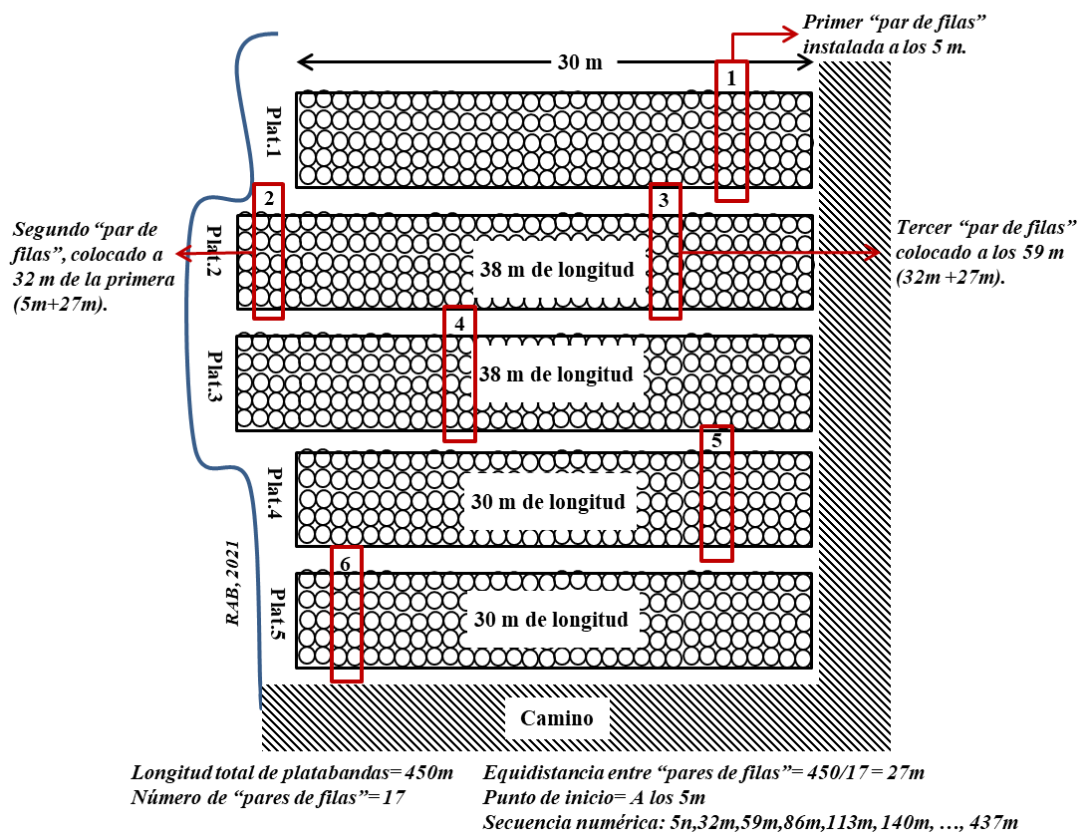
- d.** Distribución de las unidades de muestreo ("pares de filas de bolsas").- El primer par de filas de bolsa se elige aleatoriamente. En la primer "platabanda" se elegirá aleatoriamente en qué punto se establece el primer "par de filas", el siguiente "par" se localizará caminando sobre los "pasillos" hasta los siguientes 27 m y así sucesivamente.





## Sección de producción de *Pinus greggii*

### Distribución de las 17 unidades de muestreo



**Esquema 4.-** Elaboración propia de la distribución en el vivero de los 17 pares de filas de bolsas o unidades de muestreo.

En el esquema anterior (Esquema 4), se inició a los 5 metros de acuerdo a una tabla de números aleatorios.

**Nota:** Cuando por la magnitud de la meta, una sola especie ocupe varios módulos o secciones de producción, se deberá muestrear por separado cada una de estas unidades, aplicando a cada una de ellas el mismo número de "pares de filas de bolsas" que se aplicará por especie. Es decir, que si una especie está ubicada en tres secciones distintas en bolsas de 13 x 25, se muestrearán 17 "pares de filas de bolsas" para cada sección.



### III.- ELEMENTOS A DETERMINAR CON EL MUESTREO.

Los datos que se deberán levantar en campo de cada “par de filas de bolsas” (o de las 400 plantas) serán los siguientes:

**Número de plantas vivas.-** Corresponde al número total de plantas que están vivas en el par de filas de la muestra. Se contabilizan por cada unidad de muestreo.

**Número de bolsas vacías o con planta muerta.-** Es el número de cavidades sin planta o con planta muerta en el par de filas de la muestra. Se contabiliza el número de bolsas sin planta (no germinada o muerta) por cada unidad de muestreo.

**Altura de la planta en cm.-** Este parámetro morfológico se relaciona con la capacidad fotosintética de la planta y su superficie de transpiración. Corresponde a la longitud que va del cuello de la raíz al ápice del tallo principal, medido en cm. Se medirá para todas las plantas vivas de la unidad de muestreo.

**Diámetro al cuello de la raíz en mm.-** Es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea de la planta, así como de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas por la planta. Se mide a la altura del cuello de la raíz, donde se diferencia el sistema radical y comienza el tallo, se mide en mm. Deberá medirse en todas las plantas vivas de la unidad de muestreo.

**Índice de Esbeltez (IE).-** La Razón Altura/Diámetro, o Índice de Esbeltez (IE), es el cociente o razón entre la altura (cm) y el diámetro al cuello (mm). Este índice relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (Torralba, 1997). Valores entre 5 y 10 indican una mejor calidad de planta, valores sobre 10, indican una planta muy alta respecto al diámetro al cuello, por su parte valores menores a 5, indican una planta de poca altura respecto al diámetro al cuello. Se obtendrá para cada planta viva de la unidad de muestreo.

$$\text{Índice de Esbeltez (IE)} = \frac{\text{Altura de la planta (cm)}}{\text{Diámetro al cuello (mm)}}$$

**Valoración de otros atributos de la planta** como color, turgencia, sanidad, lignificación, volumen de raíz, etc.). Estos atributos servirán para valorar la condición de la planta, aunque sean definidos de manera cualitativa.

- o **Volumen de la bolsa.-** Se deberá determinar que la bolsa cumple con el volumen correspondiente a las dimensiones acordadas en el convenio de producción de planta. Este se determinará midiendo el diámetro y la altura a la que se encuentre el sustrato, de una de las bolsas llenas por unidad de muestreo, para luego aplicar la siguiente relación (Esquema 5):



$$\text{Vol. de la bolsa (ml)} = [\text{Área de la base (cm}^2\text{)}] \times [\text{Alto de la bolsa llena de sustrato (cm)}]$$

$$\text{Vol. promedio de la bolsa} = (\sum \text{vol. bolsa 1} + \text{vol. bolsa 2} + \dots + \text{vol. bolsa 17}) / 17$$

El área de la base se obtiene una vez conocido el diámetro de la bolsa llena, de la siguiente manera:

$$\text{Vol. de la bolsa} = (\pi/4) \times D^2 \times \text{Altura de la bolsa}$$

Valor de  $\pi = 3.1416$

Diámetro de la  
bolsa llena (cm)



$$\text{Área de la base de la bolsa} = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

14

**Esquema 5.-** Procedimiento para corroborar el volumen de la bolsa llena, de acuerdo con las dimensiones señaladas.

- **Lignificación del tallo.-** Se propone una valoración por observación. Se revisará la lignificación o endurecimiento del tallo en términos de la coloración y dureza del mismo. Se espera que por lo menos dos terceras partes del tallo presente una coloración opaca, en tonos mate y una consistencia flexible pero firme, denotando el crecimiento celular secundario y la producción de lignina.
- **Sanidad.-** A través de la observación, se valorará la presencia de plagas y enfermedades que estén dañando o causando incluso la muerte de las plantas, tanto en su parte aérea como en su sistema radical. De igual manera, se revisarán signos y síntomas para determinar si hay afectación por alguna enfermedad o deficiencia nutricional. Esta será información cualitativa que puede tomarse de la muestra, pero que también implica la observación general de las áreas de producción.





- **Calidad de raíz.-** Se valorará el sistema de raíces en términos de la no presencia de malformaciones como "cola de cochino", forma de "J"; fibrosidad, número de raíces laterales y la longitud del sistema radical; puntos de crecimiento; que las raíces no estén desarrolladas hacia un solo lado, presencia y cobertura de micorrizas (donde aplique).

Estas determinaciones implican la extracción de la bolsa y la destrucción de la planta, por lo que sólo deberá realizarse en una planta por unidad de muestreo. Se deberá seleccionar aquella planta que parezca ser la planta promedio de la muestra, se cortará la bolsa con navaja y se realizarán las observaciones.

#### IV.- CÁLCULO DE EXISTENCIAS Y CONDICIÓN DE CALIDAD DE LA PLANTA.

Una vez levantados los datos en campo, se deben hacer los cálculos para la determinación de valores promedio y valores de la meta evaluada. Las determinaciones se realizarán a nivel de los datos del muestreo por especie y condición, para posteriormente aplicarlos como estimadores de las metas. A continuación se expresan las relaciones que deberán utilizarse para cada concepto de interés.

##### Cumplimiento de la meta por especie y por convenio.

15

Para esta determinación se utilizarán las siguientes relaciones:

**Total de bolsas sembradas por especie.** Es la determinación de la cantidad de bolsas encontradas en vivero de la especie en evaluación.

$$\text{Total de bolsas/especie} = (\text{Número de bolsas de la misma condición/m}^2) \times (\sum \text{m}^2 \text{ totales de platabandas de la misma condición})$$

**Total de bolsas sembradas por convenio/contrato.** Se obtiene sumando las cantidades de bolsas sembradas por especie y condición:

$$\text{Total de bolsas por convenio/contrato (meta total)} = \sum \text{Total de bolsas especie}_1 + \text{Total de bolsas especie}_2 + \dots + \text{Total de bolsas de especie}_n$$

**Proporción de plantas vivas a nivel de la muestra.** Relaciona el número de plantas vivas de las 400 plantas muestreadas, con respecto al número de plantas de la muestra (o sea 400), multiplicado por 100:

$$\% \text{ de plantas vivas} = \frac{\sum \text{del número de plantas vivas}}{400} (100)$$





**Proporción de bolsas vacías a nivel de la muestra.** Relaciona el número de bolsas que no contienen planta o que la planta está muerta de las 400 plantas muestreadas, respecto de las 400 plantas muestreadas, multiplicado por 100.

$$\% \text{ de bolsas vacías} = \frac{\sum \text{de bolsas vacías}}{400} (100)$$

**Proporción de plantas vivas a nivel de la meta de producción.** Este valor es la extrapolación del valor obtenido de la muestra hacia la meta de producción.

$$\text{Existencia de plantas vivas} = (\% \text{ de plantas vivas de la muestra}) \times (\text{meta de producción})$$

**Proporción de bolsas vacías a nivel de la meta de producción.** Este valor es la extrapolación del valor obtenido de la muestra hacia la meta de producción.

$$\text{Total de bolsas vacías} = (\% \text{ de bolsas vacías de la muestra}) \times (\text{meta de producción})$$

16

### Estimadores de los parámetros de calidad de las especies producidas.

Para determinar si la planta producida cumple con los parámetros de calidad establecidos en los convenios/contratos de producción, se han considerado como variables cuantitativas, la altura y diámetro al cuello de la planta. Se recomienda que las características manejadas como cualitativas y descriptivas, sean consideradas en el mismo contexto de la calidad de la planta, en el informe final.

**Altura promedio de la planta.** Este valor se obtiene sumando los datos individuales por unidad de muestreo (par de filas de bolsas) y dividiendo entre el número de plantas muestreadas por unidad de muestreo. Luego, la suma de promedios por unidad de muestreo dividido por las 17 unidades de muestreo levantadas, a saber:

$$\text{Altura media de la unidad de muestreo} = \frac{\sum \text{de alturas del par de filas}}{\text{Número de plantas del par de filas}}$$

$$\text{Altura media de la muestra} = \frac{\sum \text{de alturas medias por unidad de muestreo}}{17 \text{ unidades de muestreo}}$$





**Diámetro promedio al cuello de la planta.** Este valor se obtiene sumando los datos individuales por unidad de muestreo (par de filas de bolsas) y dividiendo entre el número de plantas muestreadas por unidad de muestreo. Luego, la suma de promedios por unidad de muestreo dividido por las 17 unidades de muestreo levantadas, a saber:

$$\text{Diámetro promedio de la unidad de muestreo} = \frac{\sum \text{de diámetros del par de filas}}{\text{Número de plantas del par de filas}}$$

$$\text{Diámetro promedio de la muestra} = \frac{\sum \text{de diámetros medios por unidad de muestreo}}{17 \text{ unidades de muestreo}}$$

**Índice de Esbeltez (IE) promedio.** Se puede determinar sumando los IE de cada planta de la muestra de 400 y dividiendo esa suma entre 400, o se puede realizar obteniendo los IE promedio por unidad de muestreo, sumándolos y dividiéndolos por las 17 unidades de muestreo, a saber:

$$\text{Índice de Esbeltez (IE)} = \frac{\text{Altura de la planta (cm)}}{\text{Diámetro al cuello (mm)}}$$

17

$$\text{IE promedio de la muestra} = \frac{IE1 + IE2 + IE3 + \dots + IE400}{\text{Número de plantas muestreadas}}$$

$$\text{IE promedio del par de filas} = \frac{IE1 + IE2 + \dots + IEn}{\text{Número de plantas del par de filas}}$$

$$\text{ÍE promedio de la muestra} = \frac{(\sum \text{de los IE por unidad de muestreo})}{17 \text{ unidades de muestreo}}$$

**Proporción de la planta producida que cumple con las características técnicas establecidas en**

**Proporción de plantas de la muestra cuyos parámetros de altura y diámetro al cuello se encuentran en el rango establecido en el convenio de producción.**

$$\% \text{ plantas en el rango} = \frac{\text{Número de plantas en el rango}}{\text{Total de plantas muestreadas}} (100)$$







$$\% \text{ plantas menor el rango} = \frac{\text{Número de plantas menor al rango}}{\text{Total de plantas muestreadas}} (100)$$

$$\% \text{ plantas mayor al rango} = \frac{\text{Número de plantas mayor al rango}}{\text{Total de plantas muestreadas}} (100)$$

**Proporción de plantas a nivel de la meta comprometida, que se encuentran en el rango de valores promedio convenidos.**

$$\text{Plantas con tallas en el rango} = (\% \text{ de plantas en el rango}) \times (\text{Meta de producción})$$

$$\text{Plantas menores al rango} = (\% \text{ de plantas menores al rango}) \times (\text{Meta de producción})$$

$$\text{Plantas mayores al rango} = (\% \text{ de plantas mayores al rango}) \times (\text{Meta de producción})$$

18

**Total de planta existente.**

$$\text{Total de plantas existentes} = \Sigma \text{ plantas con tallas en el rango} + \Sigma \text{ de plantas menores al rango} + \Sigma \text{ de plantas mayores al rango}$$

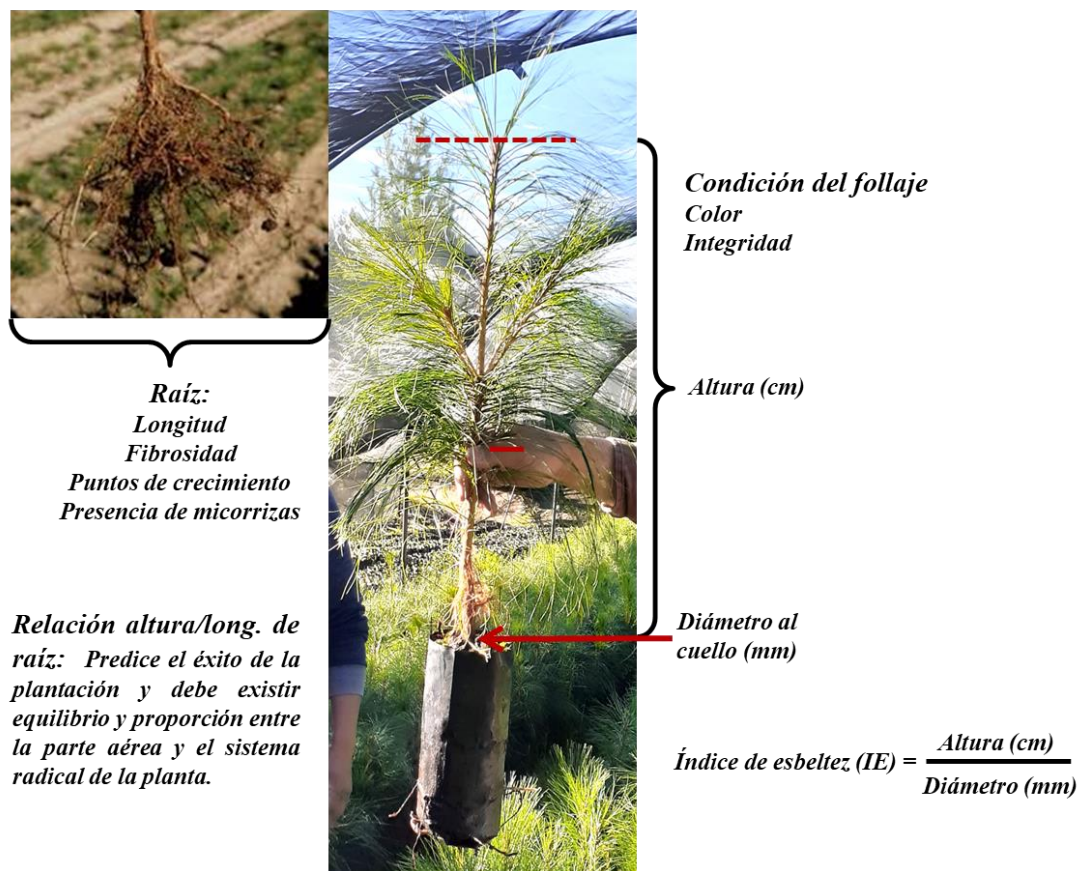
$$\text{Total de plantas existentes} = \Sigma \text{ Total de planta especie 1} + \text{Total de planta especie 2} + \dots + \text{Total de planta especie n.}$$

$$\text{Total de plantas que cumplen parámetros} = \Sigma \text{ Planta especie 1 en el rango} + \text{planta especie 2 en el rango} + \dots + \text{planta especie en el rango n.}$$





## *Parámetros morfo-fisiológicos*



19

**Esquema 6.** Características morfo-fisiológicas que deben ser consideradas para determinar la calidad de la planta.

Para presentar los resultados, se utilizará el Formato III y IIIA, mismos que van como anexo final de este manual. Asimismo se presentan los anexos I Formato de campo y II Existencias y condición de calidad de planta, para levantamiento de datos en campo y para la determinación de existencias y condición de la planta.





## FORMATOS

FORMATO DE CAMPO I Mediciones por unidad de muestreo									
Vivero:				Titular:				HOJA: _____ de _____	
Especie evaluada:				Tamaño de bolsa:					
Meta comprometida:				Rango de altura del convenio:				Rango de Dac del convenio:	
Fecha de evaluación:				Evaluador:					
Unidad de muestreo o Número de "par de filas de bolsas" <sup>1</sup> :									
No. de bolsa <sup>2</sup>	Condición		Mediciones individuales					Condición cualitativa	
	Planta viva	Bolsa vacía <sup>3</sup>	Altura (cm)	Rango altura	Dac <sup>4</sup> (mm)	Rango Dac	IE <sup>5</sup>	Grado de lignificación <sup>6</sup>	Sanidad <sup>7</sup>
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
...n									
<b>Total bolsas</b>	$\Sigma$ plantas vivas	$\Sigma$ bolsas vacías	$\Sigma$ alturas	$\Sigma$ cumple	$\Sigma$ dac	$\Sigma$ cumple	$\Sigma$ IE	$\Sigma$ Lignificadas	$\Sigma$ Sanas
<b>Promedios</b>								N/A	N/A

### NOTAS:

- 1 Corresponde al número consecutivo de los "pares de filas de bolsas" a muestrear. Va de 1 a 17.
- 2 Número consecutivo de bolsa de acuerdo al número que haya en el par de filas muestreado (de 1 a n)
- 3 Bolsa sin planta o con la planta muerta
- 4 Diámetro al cuello (mm)
- 5 Índice de Esbeltez
- 6 Indicar si está o no lignificado (sí, no)
- 7 Saludable o no saludable



21





**FORMATO III**

**Determinaciones por especie: Inventario de planta y condición de calidad**

HOJA: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Vivero:	Titular:	
Especie evaluada:	Tamaño de bolsa:	Vol. de Bolsa (m <sup>3</sup> o ml):
Meta comprometida:	Evaluador:	
Altura promedio (cm):	Diámetro promedio al cuello (mm):	IE promedio:
Fecha de evaluación:		

**DETERMINACIONES POR ESPECIE:**

*Total de bolsas/especie = (Número de bolsas de la misma condición/m<sup>2</sup>) x (Σm<sup>2</sup> total de platabandas de la misma condición)*

*% de plantas vivas por especie = (Σde plantas vivas/400)x100 :*

*% de bolsas vacías por especie = (Σde bolsas vacías/400)x100 :*

*Plantas vivas de la especie = (% de plantas vivas de la muestra) x (Meta por especie)*

*Bolsas vacías de la especie = (% de bolsas vacías) x (Meta por especie)*

*Producción total de la especie = Plantas vivas + Plantas muertas*

*Plantas con tallas en el rango = (% de plantas en el rango) x (Meta de producción)*

*Plantas menores al rango = (% de plantas menores al rango) x (Meta de producción)*

*Plantas mayores al rango = (% de plantas mayores al rango) x (Meta de producción)*

*Total de planta existente = Σ plantas con tallas en el rango + Σ de plantas menores al rango + Σ de plantas mayores al rango*



### FORMATO IIIA

### Determinaciones por convenio: Resumen y Conclusiones

**HOJA:**            de

Vivero:	Titular:	
Especies evaluadas:	Tamaños de bolsa:	Vol. de Bolsas (m <sup>3</sup> o ml):
Meta total:	Evaluador:	
Fecha de evaluación:		

**DETERMINACIONES POR CONVENIO:**
$$\text{Total de bolsas por convenio (meta total)} = \sum \text{Total de bolsas especie}_1 + \text{Total de bolsas especie}_2 + \dots + \text{Total de bolsas de especie}_n.$$
$$\text{Total de plantas existentes} = \sum \text{Total de planta especie}_1 + \text{Total de planta especie}_2 + \dots + \text{Total de planta especie}_n.$$
$$\text{Total de plantas que cumplen parámetros} = \sum \text{Planta especie}_1 + \text{planta especie}_2 + \dots + \text{planta especie}_n.$$
**CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES:**[illegible]

**Nombre y firma de Evaluador**