



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



SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTA EN CONTENEDOR

(CHAROLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, DE PLÁSTICO RÍGIDO,
TUBETES INTERCAMBIABLES)

ZAPOPAN, JALISCO. AGOSTO, 2021.



CONTENIDO

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	1
METODOLOGÍA DE INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA EN VIVERO	2
I Cuantificación de planta por cama porta-charolas y por especie	2
1. Cuantificación de cavidades por cama porta-charolas	2
2. Cuantificación total (meta) de cavidades por unidad de producción.	3
II Utilización de un sistema de muestreo para la determinación de parámetros morfológicos de la planta como indicadores de calidad.	4
Diseño del muestreo	4
Determinación del tamaño de muestra	5
Distribución de la muestra en campo	7
Ubicación de las unidades de muestreo	9
III Elementos a determinar con el muestreo	13
Número de plantas vivas	13
Número de cavidades 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
IV Cálculo de existencias y condición de calidad de la planta	14
Cumplimiento de la meta por especie y por convenio	14
Estimadores de los parámetros de calidad de las especies producidas	15
Proporción de la planta producida que cumple con las características técnicas establecidas en el convenio de producción.	17
Formatos de campo	19

RELACIÓN DE ESQUEMAS, IMÁGENES Y CUADROS

	PÁGINA	
Esquema 1	Determinación del número de cavidades por cama porta-charolas por especie.	3
Imagen 1	Sistema de producción en contenedor con charolas de plástico rígido.	4
Cuadro 1	Tipos de charolas y variedad en el número de cavidades; contenedores disponibles en los viveros que producen planta para la CONAFOR	5
Cuadro 2	Número de cavidades a muestrear en función del número de cavidades por charola, para mantener el muestreo de 17 unidades	8
Esquema 2	Determinación de la proporción de cavidades a medirse en las charolas que tienen de 48 a más cavidades.	8
Esquema 3	Elaboración propia del croquis de distribución de la especie a evaluar en las camas que la contienen, señalando la condición de la planta por la que se hace la separación.	9
Esquema 4	Distribución sistemática de las unidades de muestreo.	11
Esquema 5	Elaboración propia de la distribución de las 17 unidades de muestreo, considerando a la fila como la unidad base para el cálculo de la equidistancia "k".	12
Esquema 6	Características morfo-fisiológicas que deben ser consideradas para determinar la calidad de la planta.	18

INTRODUCCIÓN

Con la nueva Estrategia Nacional de Restauración Forestal y Reversión 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 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.

1

OBJETIVO

Determinar las existencias de planta y sus características técnicas de calidad, por especie, 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 los Lineamientos de Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CACUSTF) de la CONAFOR, mediante el muestreo sistemático de la producción por especie.





METODOLOGÍA DE INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA EN VIVERO.

Para determinar si el vivero tiene en existencia la cantidad de planta convenida o contratada, se requiere hacer 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 contenedor, debemos tener en cuenta:

- Tipo de contenedor y número de cavidades por conjunto (No. de cavidades por charola),
- Ancho de la cama porta-charolas;
- Número de charolas que caben a lo ancho de la cama porta-charolas,
- Número de charolas que caben a lo largo de la cama porta-charolas,
- Número de camas porta-charolas que contienen la especie en evaluación.

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

2

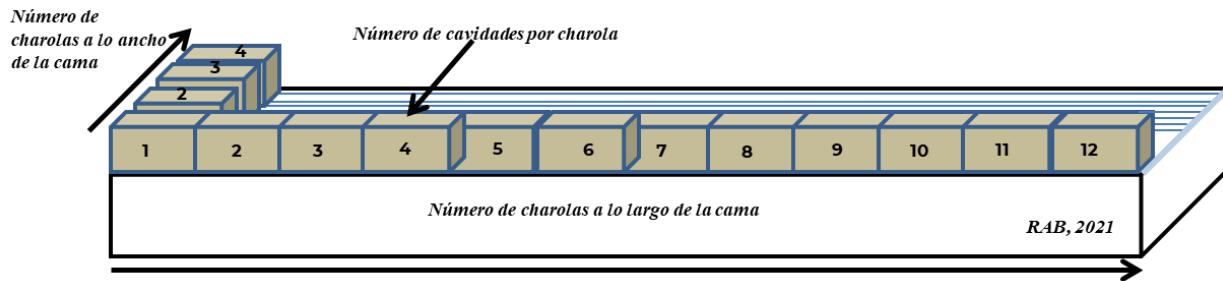
I.- Cuantificación de planta por cama porta-charolas y por especie.

1. Cuantificación de cavidades por cama porta-charolas:

Para determinar el número de cavidades que se encuentran en una cama porta-charolas para una especie determinada, se debe conocer el número de cavidades por charola o contenedor, así como el número de charolas que hay a lo ancho de la cama y el número de charolas que caben a lo largo de la cama, esperando que el arreglo sea regular. En el esquema 1 se ilustra el procedimiento para determinar el número de cavidades por cama.

Por lo que el número de cavidades por cama estará dado por la relación:

$$\text{Número de cavidades/cama} = (\text{Número de charolas a lo ancho de la cama}) \times (\text{el número de charolas a lo largo de la cama}) \times (\text{el número de cavidades de la charola})$$



Esquema 1.- Determinación del número de cavidades por cama porta-charolas por especie.

Luego entonces, para determinar el número de cavidades total por especie, se tendrá que cuantificar el número de charolas por cama y el número de camas que contengan la especie y condición y hacer la sumatoria:

$$\text{Número de cavidades por especie} = \sum \text{de cavidades por cama y condición de la especie.}$$

2. Cuantificación total (meta) de cavidades por unidad de producción.

Si un vivero está desarrollando más de un convenio o contrato de producción, la determinación se realizará por convenio o por contrato, de acuerdo con las condiciones establecidas en el documento signado. 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 cavidades por mesa porta-charolas y se realizó la cuantificación de cavidades por especie, ahora sólo se requiere hacer la suma de todas las especies:

$$\text{Total de cavidades por convenio/contrato (meta total)} = \sum \text{Totales de cavidades por especie y condición.}$$

Lo ideal es que toda la planta esté en una misma condición de edad, no obstante, si existen diferentes edades, lo que llevaría a tener, aún dentro de la misma especie, diferentes lotes, para determinar la cantidad de cavidades totales, habrán de sumarse los totales por condición.

No solo se requiere saber si se tienen dispuestas en el vivero todas las cavidades comprometidas por especie, hay que contabilizar cuantas plantas hay en realidad.



Imagen 1.- Sistema de producción en contenedor con charolas de plástico rígido.

Además de contabilizar la planta existente, por especie, condición y por convenio, también se requiere verificar que la planta producida cumpla con las características técnicas morfológicas, así como de salud y condición fisiológica, establecidas en los convenios/contratos de producción.

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

4

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/contrato 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.

Diseño de muestreo

El diseño de muestreo que se propone es el muestreo sistemático, el cual brinda ventajas considerables en el proceso de levantamiento de datos en campo, así como en el análisis posterior de la información. Para la toma de datos morfológicos de las especies, se tomará como unidad de



muestreo a la “**charola**”, la cual contendrá diferentes elementos de muestreo dependiendo del número de cavidades de la charola utilizada (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Tipos de charolas y variedad en el número de cavidades; contenedores disponibles en los viveros que producen planta para la CONAFOR.

TIPO DE CHAROLA	NÚMERO DE CAVIDADES
Poliestireno expandido	60
	77
	100
Plástico rígido	24
	28
	42
	48
	54
	60
	98
Tubetes de plástico rígido, intercambiables.	98

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 conoce el 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.*

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

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 requiere determinar el número de plantas a muestrear de la especie *Pinus engelmannii* en el vivero de la UMAFOR 0807 de Guachochi, Chihuahua. La meta comprometida es de 130,000 plantas en tubetes de plástico rígido con 98 cavidades intercambiables, con capacidad de 180 ml. En el convenio de producción se indica que esta especie debe tener a la entrega, un diámetro al cuello del tallo $\geq 5\text{mm}$, la altura no se indica porque es una especie considerada como cespitosa. Se aceptará un error de estimación de 0.05 (5%) y queremos una confiabilidad del 95%. Los datos con los que se cuenta son:

6

N = 130,000 plantas de *Pinus engelmannii* (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:

$$n = \frac{(130,000)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(130,000 - 1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{124,852}{324.9975 + 0.9604} = \frac{124,852}{325.9579} = 383 \text{ plantas}$$

Es decir, que si tenemos una meta de 130,000 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 las demás características técnicas de toda esa planta, manteniendo la confiabilidad del 95% y admitiendo un error de estimación del 5%.

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 para los programas que atiende la CONAFOR, el tamaño de muestra tiende a ser constante (348 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.***

Si la meta por especie fuese menor a las 2,000 plantas, se recomienda realizar un censo y no un muestreo.

Distribución de la muestra en campo

El muestreo será sistemático, es decir, que la unidad de muestreo (**"charola"**) se distribuirá de manera regular a una distancia o intervalo dado, equidistante una de otra, partiendo de un punto inicial elegido al azar. La unidad de muestreo será la **"charola"**, por lo que conociendo el número de cavidades que tiene ésta, se conocerán cuantos elementos habrá en cada unidad de muestreo y solo habrá que determinar cuántas charolas habrá que muestrear para tener las 400 plantas requeridas.

No obstante, con el propósito de hacer más práctico el levantamiento de la información y evitar manejar números diferentes de contenedores que resultarían de la diversidad de cavidades por contenedor, se tomará como referencia la charola del menor número de cavidades que se puede localizar en los viveros. En este caso y de acuerdo con la información consignada en el Cuadro 1, será la de plástico rígido de 24 cavidades. Al dividir el tamaño de la muestra requerida (400 plantas) entre el número de cavidades de la charola mencionada, se obtiene que se necesitarán 16.66 charolas, mismas que se subirán al entero superior, es decir, que se estarán muestreando 17 charolas por especie y condición.

El número de charolas a muestrear se obtiene de dividir las 400 plantas que indica el tamaño de muestra, entre el número de cavidades que hay en cada tipo de charola en que se encuentra la especie a evaluar. Para mantener los beneficios de la sistematización del muestreo y distribuir de mejor manera la muestra seleccionada, se ha convenido en que para todos los diferentes tipos de charolas (con diferente número de cavidades) se muestreen 17, ello implicaría que en las charolas con mayor número de cavidades, se estarían muestreando un mayor número de plantas, lo que no es malo pero implicaría mayor requerimiento de tiempo. Para evitar esta situación, se sugiere muestrear parcialidades por charola, como se indica en el Cuadro 3:

Se plantea que en contenedores de 24 a 42 cavidades, se evaluarán todas las cavidades de las 17 charolas a muestrear; charolas de 48 a 60 cavidades, se muestrearán solo el 50% de las cavidades de las 17 charolas; y charolas de 77 a 100 cavidades, se muestrearán sólo el 30% de las cavidades de las 17 charolas de la muestra (Cuadro 3).



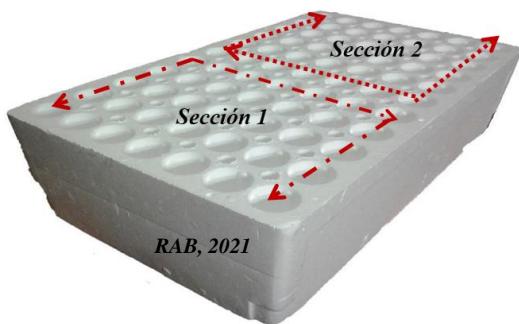
Cuadro 2.- Número de cavidades a muestrear en función del número de cavidades por charola, para mantener el muestreo de 17 unidades.

NÚMERO DE CAVIDADES POR CHAROLA	NÚMERO DE CHAROLAS A MUESTREAR	PROPORCIÓN DE CAVIDADES A MUESTREAR/CHAROLA	NÚMERO DE CAVIDADES A MUESTREAR/CHAROLA	TOTAL DE CAVIDADES MUESTREADAS/TIPO DE CHAROLA
24	17	100%	24	408
28	17		28	476
42	17		42	714
48	17	50%	24	408
54	17		27	459
60	17		30	510
77	17	30%	26	442
98	17		33	561
100	17		33	561

Como podrá observarse, en todos los casos se está muestreando un mayor número de cavidades o plantas que el determinado por el cálculo de **n** (400 cavidades). Para las charolas donde se muestrearán parcialidades por charola, se sugiere dividir imaginariamente cada charola en las secciones que el porcentaje indica (2 o 3, según el caso), y levantar la información de una sola sección.

Las charolas donde se muestreará solo la mitad de cavidades, puede alternarse las lecturas en la primera y la segunda sección. En el caso de las charolas que se dividirán en tres secciones, se sugiere tomar los datos de la sección media en cada charola (Esquema 2).

Conteo del 50% de las cavidades



Conteo del 30% de las cavidades



Esquema 2.- Determinación de la proporción de cavidades a medirse en las charolas que tienen de 48 a más cavidades.

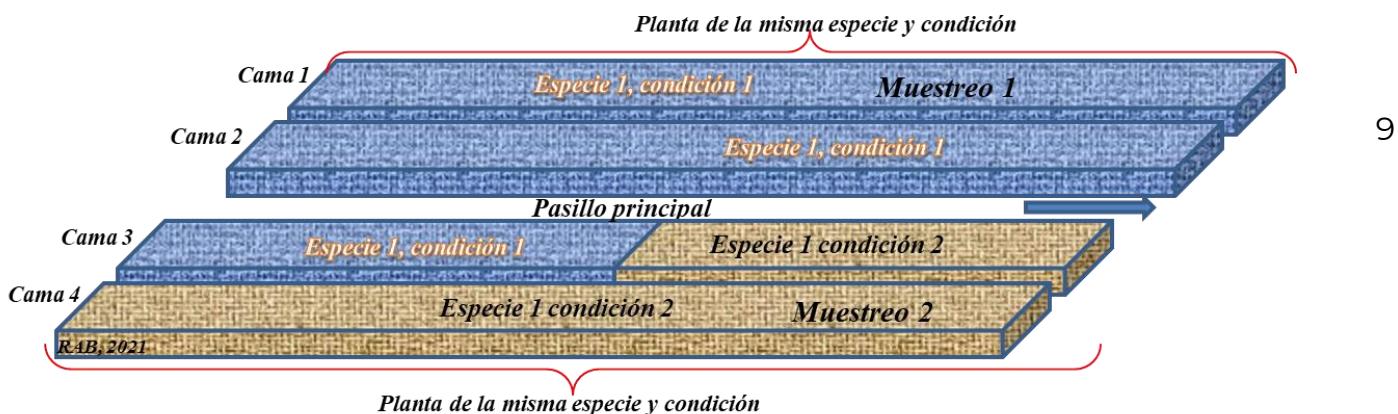


Ubicación de las unidades de muestreo (ubicación de las 17 charolas a muestrear)

Antes de iniciar la verificación y levantamiento del inventario de planta, 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 camas que le corresponden, y el número de charolas que cubren la meta a evaluar.

- 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 camas, se deberá muestrear por separado la planta que posiblemente cumpla con las características técnicas pactadas y la planta pequeña que aún no alcance las tallas.

Croquis de ubicación de la producción, por especie y condición Módulo de producción 1



Esquema 3.- Elaboración propia del croquis de distribución de la especie a evaluar en las camas que la contienen, señalando la condición de la planta por la que se hace la separación.

- Equidistancia de las unidades de muestreo (determinación del intervalo k).**- Para la distribución equidistante de las 17 unidades de muestreo (charolas), entre las camas en que se encuentra la especie en la misma condición, se calculará la equidistancia (k) entre las charolas de la siguiente manera:
 - Habrá que determinar el número de charolas (se espera que todas sean del mismo tipo, sobre todo, con el mismo número de cavidades) que contienen a la especie en evaluación. La determinación del número de charolas por especie se determina con la siguiente relación:

Número de charolas/especie = (Número de charolas a lo ancho de la cama) x (el número de charolas a lo largo de la cama) x (el número de camas de la especie y condición)

Esta relación implica que las camas contengan la misma cantidad de charolas. No obstante, si las camas son irregulares en dimensiones y en capacidad de soportar charolas, el número de charolas por especie y condición estaría dado por:

Número de charolas/especie/condición = \sum de las charolas por cama y condición de la especie

- Conociendo el número de charolas por especie, este se divide entre 17 unidades de muestreo. El valor entero se considerará la distancia a la que deban estar cada charola, una de otra.

Ejemplo: Se desea evaluar un lote de producción de planta de *Dodonaea viscosa*, la cual está en charolas de plástico rígido de 54 cavidades. La producción bastante homogénea, se distribuye en 4 camas de las cuales, dos soportan capacidades diferentes de charolas y dos son iguales, sumando en conjunto 926 charolas. Si se requiere distribuir 17 charolas, la equidistancia entre "charolas" a muestrear será:

$$\text{Número de charolas por especie} = 926$$

$$\text{Número de charolas a muestrear} = 17$$

$$K = \text{Equidistancia entre charolas (o unidades de muestreo)} = 926/17 = 54.47 \approx 54$$

- c. **Distribución de las unidades de muestreo.**- Ahora, como la metodología lo señala, para iniciar la distribución de las 17 charolas o unidades de muestreo, habremos de ubicar el punto inicial de manera aleatoria. Enumerando las charolas del 1 hasta n, en la primera cama se elegirá aleatoriamente en qué punto se establece la primera charola, la siguiente se localizará a "k" charolas adelante, a lo largo de la cama hasta la charola que le corresponda y así sucesivamente.

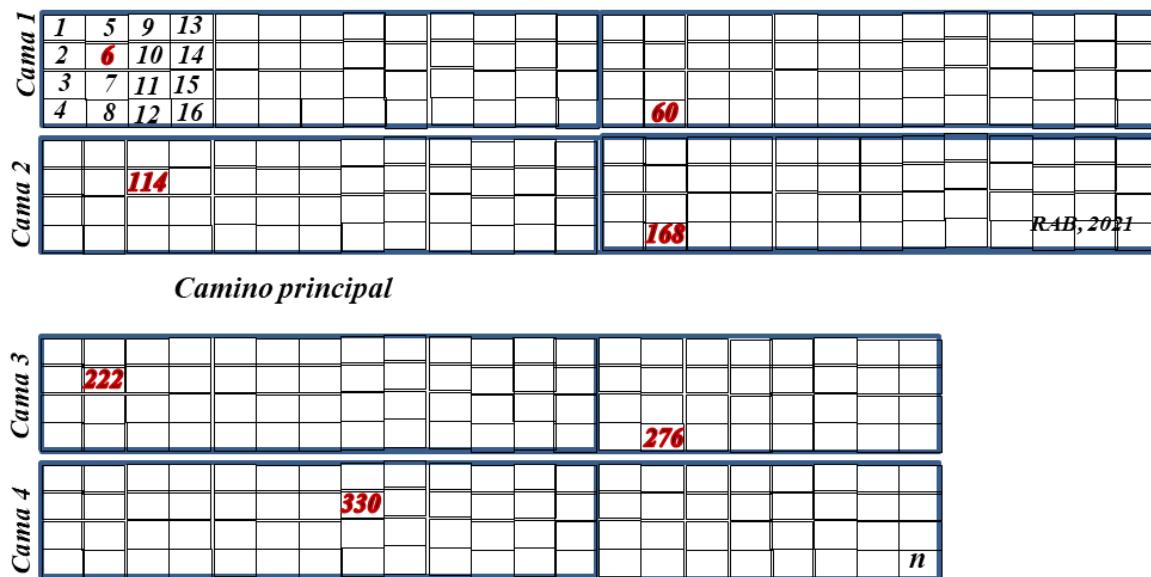
Siguiendo con el ejemplo, el resultado implica que cada charola estará **54** charolas de distancia entre una y otra. Como la metodología estadística señala, la disposición de la primera charola será al azar, por lo que se hacen las siguientes recomendaciones:

- Observar el lote de producción de la especie a evaluar, en su conjunto, todas las camas en una visual completa;
- Observar el comportamiento de la producción por cama;
- Seleccionar efectivamente al azar la primera charola;

- Enumerar las camas en número progresivo, señalando de igual manera, las charolas del 1 hasta la 926 (del ejemplo),
 - Hacer un croquis de localización de las 17 unidades de muestreo de acuerdo con el factor “ k ” o equidistancia calculada.

En el ejemplo, si se determina aleatoriamente que la primera charola es la 6, la siguiente charola deberá ser la $6+54$, es decir, la 60, luego la $60+54$, o sea la 114, luego la $114+54$, o sea la 168, y así sucesivamente, hasta determinar y disponer las 17 charolas a muestrear (Esquema 4). Podrá observarse que generalmente se conforma un patrón en zig-zag.

Distribución estratificada de las unidades de muestreo



Esquema 4.- Distribución sistemática de las unidades de muestreo.

Otra forma de distribuir la muestra es considerando las filas de charolas. Esto implicaría considerar a las camas como “hileras” y al conjunto de charolas acomodadas a lo ancho de la cama como “filas”. Se enumeran las “hileras” que serían las camas, en un número progresivo y luego se cuentan el número de “filas” por hilera o cama.

Teniendo el número de filas que contiene la especie y condición a evaluar, se divide entre 17. El número entero, sin considerar la fracción, cociente de la división, será el intervalo de filas o el valor de "k" correspondiente a la equidistancia entre cada unidad de muestreo o charola.

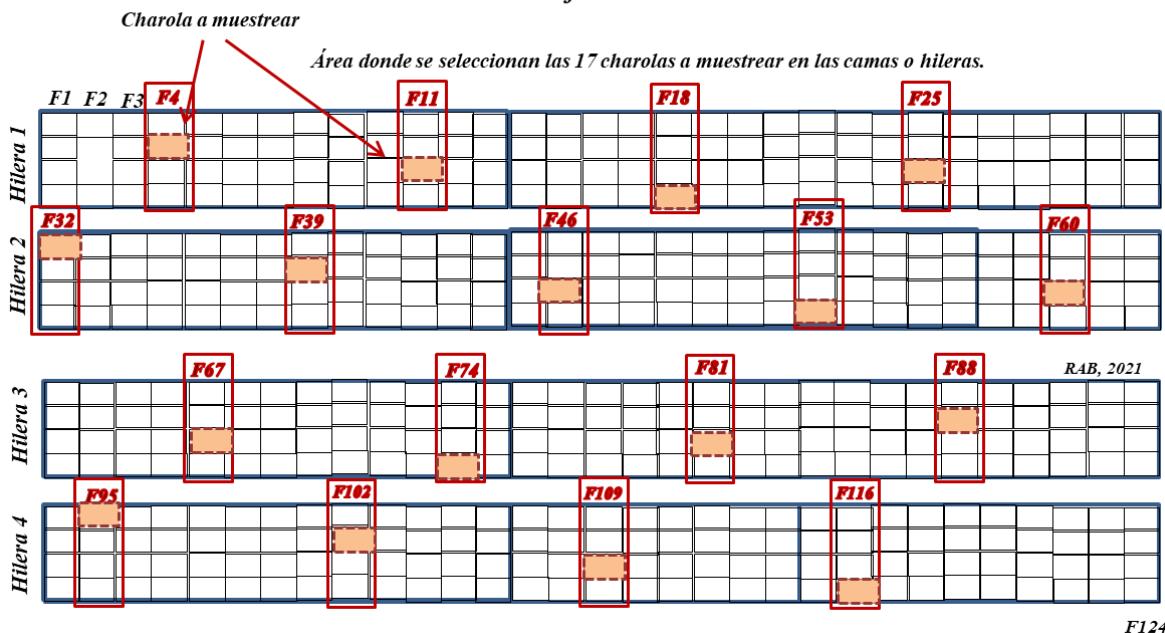
Equidistancia entre filas (k)= Número total de filas de la especie y condición / 17





La primera fila de charolas deberá seleccionarse al azar. Una vez seleccionada la primera fila, la siguiente unidad de muestreo se establecerá a la distancia "k", que corresponde a la fila que resulte de sumar la equidistancia calculada al número de fila inicialmente seleccionado. Se sigue el proceso hasta ubicar las 17 unidades de muestreo requeridas, dispuestas en un orden continuo, como se ilustra en el Esquema 6.

Distribución de las unidades de muestreo en un sistema estratificado, considerando el número de filas como base



12

Esquema 5.- Elaboración propia de la distribución de las 17 unidades de muestreo, considerando a la fila como la unidad base para el cálculo de la equidistancia "k".

En el ejemplo del esquema, las filas van de la F1 a la F124, por lo que al dividir 124/17, obtenemos un valor de 7, es decir, cada 7 filas elegiremos una charola para muestrear. Suponiendo que la primera fila elegida le correspondió la F4, la siguiente fila debe ubicarse 7 filas más adelante, es decir F4+7, o sea F11, y así sucesivamente.

De cada fila seleccionada, deberá tomarse una charola. Siguiendo el ejemplo del esquema 6, se tomaría en la F4, la charola 14, en la F11, tomar la charola 43, y así en adelante. Se recomienda seleccionar las charolas en un orden de zig-zag como se ilustra.

Nota: Cuando por la magnitud de la meta (de 500,000 plantas a más), una sola especie ocupe varios módulos o secciones de producción, se deberá muestrear por separado cada módulo; se muestrearán 17 charolas por cada módulo.

III.- Elementos a determinar con el Muestreo.

Los datos que se deberán levantar en campo de cada unidad de muestreo (o de las 400 plantas) serán los siguientes:

Número de plantas vivas.- Corresponde al número total de plantas que están vivas en las 17 charolas de la muestra. Se contabilizan por unidad de muestreo. En este caso, dependiendo del número de cavidades por charola, se muestrearan las cavidades completas, el 50% o el 30% de las cavidades de cada charola, según corresponda.

Número de cavidades vacías o con planta muerta.- Es el número de cavidades sin planta o con planta muerta en la charola o sección de la charola de la muestra. Se contabiliza el número de cavidades 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.

13

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 (Toral, 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.

- **Lignificación (o endurecimiento) del tallo.**- Se propone una valoración por observación; se revisará la lignificación o endurecimiento del tallo en términos de la coloración, flexibilidad 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; que las raíces no estén desarrolladas hacia un solo lado, puntos de crecimiento, presencia y cobertura de micorrizas (donde aplique).

Estas determinaciones implican la extracción de la planta del contenedor y la posible 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 extraerá de la cavidad y se realizarán las observaciones pertinentes.

14

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.

Para esta determinación se utilizarán las siguientes relaciones:

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

$$\text{Total de cavidades/especie} = \sum \text{ de cavidades por cama y condición de la especie.}$$

Total de cavidades sembradas por convenio. Se obtiene sumando las cantidades de cavidades sembradas por especie y condición:



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

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

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

15

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.

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

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

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

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, prácticamente se han planteado como variables cuantitativas, la altura y diámetro al cuello de la planta. Se recomienda que las características manejadas aquí 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 (charola completa, media charola o un tercio de la charola según corresponda) 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:

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

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

Diámetro promedio al cuello de la planta. Este valor se obtiene sumando los datos individuales por unidad de muestreo (charola completa, media charola o un tercio de la charola según corresponda) 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:

16

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

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

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:

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

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

$$\text{IE promedio por charola} = \frac{\text{IE1+IE2+...+IEn}}{\text{Número de plantas de la charola}}$$



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

Proporción de la planta producida que cumple con las características técnicas establecidas en el convenio de producción.

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.

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

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

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

17

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

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

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

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

Total de planta existente.

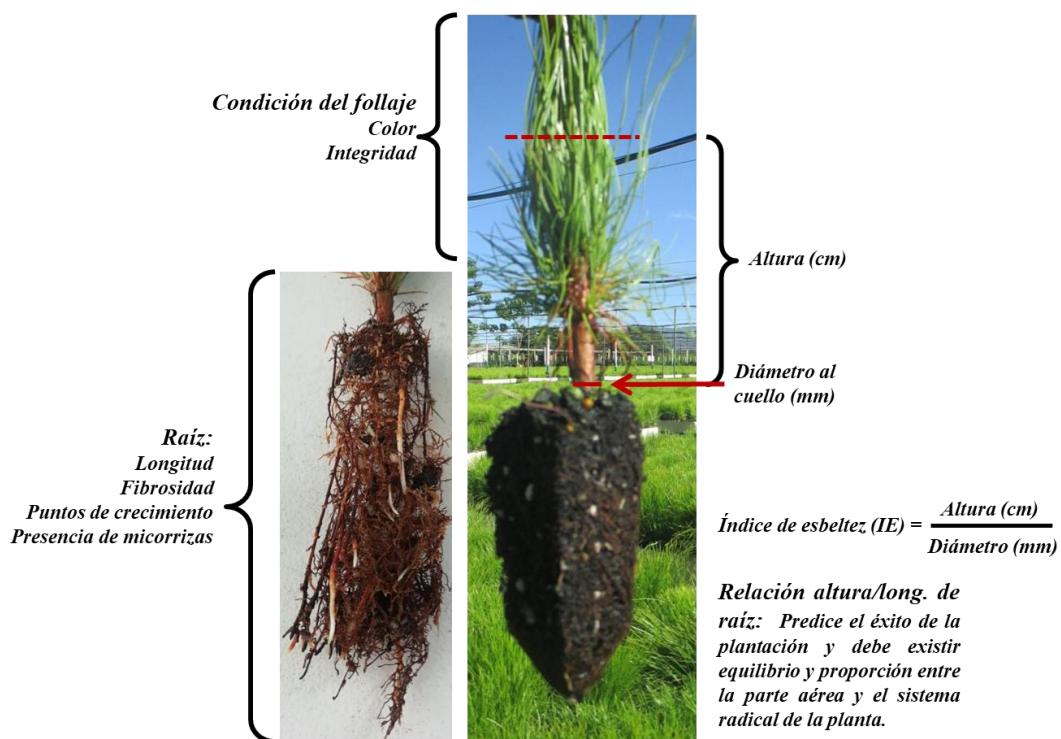
$$\text{Total de plantas existentes} = \sum \text{ plantas con tallas en el rango} + \sum \text{ de plantas menores al rango} + \sum \text{ de plantas mayores al rango}$$

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



Total de plantas que cumplen parámetros = \sum Planta especie 1 en el rango + planta especie 2 en el rango+...+planta especie en el rango n.

Parámetros morfo-fisiológicos



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									
HOJA: _____ de _____									
Vivero:	Titular:								
Especie evaluada:	Número y capacidad de cavidades por charola:								
Meta comprometida:	Rango de altura del convenio: Rango de Dac del convenio:								
Fecha de evaluación:	Evaluador:								
Unidad de muestreo o Número de charola que se muestrea ¹ :	Tipo de contenedor:								
No. de charola ²	Condición		Mediciones individuales					Condición cualitativa	
	Planta viva	Cavidad vacía ³	Altura (cm)	Rango altura	Dac ⁴ (mm)	Rango Dac	IE ⁵	Grado de lignificación ⁶	Sanidad ⁷
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
...n									
Total cavidades	Σ plantas vivas	Σ bolsas vacías	Σ alturas	Σ cumple	Σ dac	Σ cumple	Σ IE	Σ Lignificadas	Σ Sanas
Promedios								N/A	N/A

NOTAS:

1 Corresponde al número consecutivo de la charola a muestrear. Va de 1 a 17.

2 Número consecutivo de cavidad de acuerdo al número que le corresponda según el porcentaje de 100%, 50% y 30% de las cavidades de la charola.

3 Cavidad sin planta o con la planta muerta

4 Diámetro al cuello (mm)

5 Índice de Esbeltez

6 Indicar si está o no lignificado (si, no)

7 Saludable o no saludable





FORMATO II Existencias y condición de calidad de planta									
Vivero:	Titular: _____ HOJA: _____ de _____								
Especie evaluada:	Número y capacidad de la cavidades por charola:								
Meta comprometida:	Tipo de contenedor:								
Fecha de evaluación:	Evaluador:								
Número de charolas y cavidades contabilizadas en campo:									

No. U. de muestreo ¹	No. plantas vivas	No. cavidades vacía	Altura promedio (cm)	No. de plantas en el rango altura	Dac promedio (mm)	No. de plantas en el rango Dac	IE promedio	No. de plantas lignificadas	No. de plantas sanas
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
Sumas	\sum plantas vivas	\sum cavidades vacías	\sum alturas promedio	Suma	\sum dac promedio	Suma	\sum IE promedio	Suma	Suma
Promedios	N/A	N/A	\sum alturas promedio/17	N/A	\sum dac promedio/17	N/A	\sum IE promedio/17	N/A	N/A

¹ Unidad de muestreo que corresponde a la charola

Valoración de atributos por observación:

Coloración de la planta:

Lignificación:

Sanidad:

Calidad de raíz:	<i>Longitud radical</i>	<i>No. raíces laterales</i>	<i>Puntos de crecimiento</i>	<i>Fibrosidad</i>	<i>Malformaciones</i>	<i>Presencia de micorrizas</i>

Volumen promedio de la cavidad:

FORMATO III
Determinaciones por especie: Inventario de planta y condición de calidad

HOJA: _____ de _____

Vivero:	Titular:		
Especie evaluada:	No. de cavidades/charola:	Vol. de cavidad:	Tipo de contenedor:
Meta comprometida:	Evaluador:		
Altura promedio (cm):	Diámetro promedio al cuello (mm):	IE promedio:	
Fecha de evaluación:			

DETERMINACIONES POR ESPECIE:

Total de cavidades/especie = Σ de cavidades por cama y condición de la especie

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

% de cavidades vacías por especie = (Σ de cavidades vacías/400)x100 :

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

Cavidades vacías de la especie = (% de cavidades 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:	Número de cavidades/charola:	Vol. de cavidad:	
		Tipo de contenedor:	
Meta total:	Porcentaje de cavidades evaluadas: 100% (), 50% (), 30% ()		
Fecha de evaluación:			

DETERMINACIONES POR CONVENIO:

Total de cavidades por convenio (meta total) = \sum Total de cavidades especie 1 + Total de cavidades especie 2 + ... + Total de cavidades de especie n.

Total de plantas existentes = \sum Total de planta especie 1 + Total de planta especie 2 + ... + Total de planta especie n.

Total de plantas que cumplen parámetros = \sum Planta que cumple especie 1 + planta que cumple especie 2 + ... + planta que cumple especie n.

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES:

--

Nombre y firma de Evaluador