



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



### SISTEMA DE PRODUCCIÓN A RAÍZ DESNUDA

ZAPOPAN, JALISCO. AGOSTO, 2021.

## CONTENIDO

	PÁGINA
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>OBJETIVO</b>	1
<b>METODOLOGÍA DE INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PANTA EN VIVERO</b>	2
<b>I Cuantificación de plantas por cama o melga de crecimiento y por especie</b>	2
a. Cuantificación por cama	2
b. Cuantificación total de plantas (meta) por unidad de producción.	6
<b>II Utilización de un sistema de muestreo para la determinación de parámetros morfológicos de la planta como indicadores de calidad.</b>	7
Diseño del muestreo	7
Determinación del tamaño de muestra	7
Distribución de la muestra en campo	9
<b>III Elementos a determinar con el muestreo</b>	12
Número de plantas	12
Número de hojas por planta o roseta	12
Número de bulbos por planta	13
Valoración de otros atributos de la planta	13
<b>IV Cálculo de existencias y condición de calidad de la planta</b>	13
Cumplimiento de la meta por especie y por convenio o contrato	14
Estimadores de los parámetros de calidad de las especies producidas	14
Proporción de la planta producida que cumple con las características técnicas.	15
Formatos de campo	18

## RELACIÓN DE ESQUEMAS, IMÁGENES Y CUADROS

### PÁGINA

<b>Esquema 1</b>	Determinación del número de plantas por cama de crecimiento o melga.	<b>3</b>
<b>Esquema 2</b>	Determinación del número de plantas con base en la densidad de plantación.	<b>4</b>
<b>Esquema 3</b>	Determinación del número de plantas por cama de crecimiento en función al número de plantas por metro cuadrado.	<b>5</b>
<b>Imagen 1</b>	Sistema de producción a raíz desnuda.	<b>6</b>
<b>Esquema 4</b>	Croquis de distribución de la especie a evaluar en las camas de crecimiento que la contienen.	<b>10</b>
<b>Tabla 1</b>	Número de sitios a muestrear en función de las densidades de plantación por $m^2$ , dependiendo del género.	<b>11</b>
<b>Esquema 5</b>	Distribución en el vivero de los sitios de un metro cuadrado que deberán muestrearse, de acuerdo con el valor calculado de $k$ .	<b>12</b>
<b>Esquema 6</b>	Características morfo-fisiológicas que deben ser consideradas para determinar la calidad de la planta en las yucas.	<b>16</b>
<b>Esquema 7</b>	Características morfo-fisiológicas que deben ser consideradas para determinar la calidad de la planta en los agaves.	<b>17</b>

## 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 de planta de vivero 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 o contrato para la producción, donde se plasman derechos y obligaciones entre las partes, con el propósito de lograr el cumplimiento en tiempo y forma de la producción y entrega de la planta pactada. En estos contratos o convenios, 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 sus características técnicas, situaciones que pueden hacerse mediante censo o 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 del 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.

## OBJETIVO

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. 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.

En el levantamiento del inventario de plantas por especie en el sistema de producción a raíz desnuda, deberán considerarse:

- El inventario se levanta en las áreas de crecimiento, no en almácigo.
- Ancho de la melga o cama de crecimiento.
- Longitud total en metros, de la cama de crecimiento por especie y condición,
- Número de plantas por metro lineal
- Número de plantas a lo ancho de la melga
- Separación entre líneas de plantación y entre planta y planta.

2

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

### I.- Cuantificación de plantas por cama o melga de crecimiento y por especie.

#### a. Cuantificación por cama

##### A nivel de la melga o cama de crecimiento:

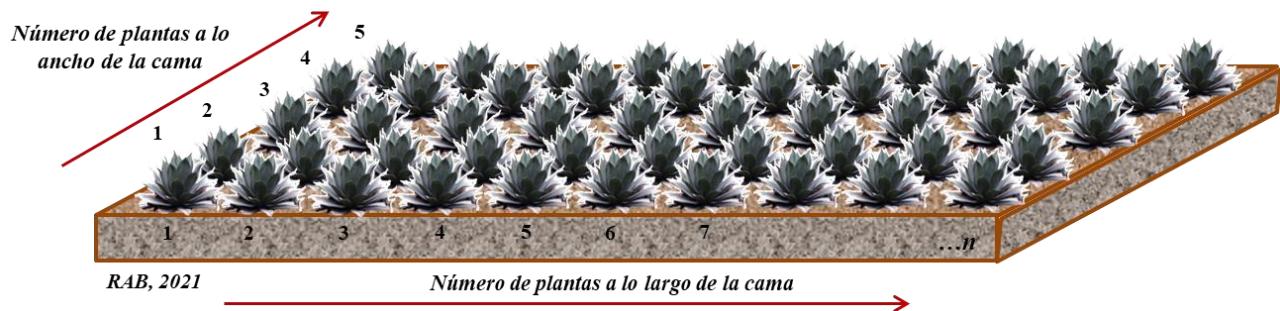
Se deben cuantificar el número de plantas vivas que hay a lo ancho de la melga y el número de plantas que hay a lo largo de la melga o cama de crecimiento.

Se multiplica el número de plantas a lo ancho por el número de plantas a lo largo, lo que da el número de plantas total por melga, como se ilustra en el Esquema 1:

*Número de plantas por cama = Número de plantas a lo ancho x número de plantas a lo largo.*



*Melga o cama de crecimiento de Agave sp.*



**Esquema 1.-** Determinación del número de plantas por cama de crecimiento o melga.

Si existe más de una cama o melga de la especie y de la condición de edad, habrá que hacer esta determinación cama por cama y realizar una suma final para la determinación del número total de plantas por especie:

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

3

Este procedimiento puede resultar impráctico si la longitud de las melgas es mayor de 30 metros, o el número de melgas por especie y condición de edad es considerable (que cubra media hectárea o más, por ejemplo). En este sentido, será conveniente aplicar el procedimiento que a continuación se explica.

**Con base en la determinación de la densidad de plantación.**

En este caso, se debe conocer el número de plantas que hay por metro de la hilera y el número de hileras por metro, datos que se obtienen conociendo la separación entre plantas y la separación entre líneas.

Para evitar realizar un doble trasplante en las especies del género *Agave*, se recomienda que al trasplante del semillero a la cama de crecimiento o melga, se realice con una separación entre plantas y entre hileras de 20 a 30 cm, ello, para permitir el desarrollo adecuado de la roseta. En el caso de especies del género *Yucca*, que requieren espacio subterráneo para el mejor desarrollo de los bulbos, la recomendación de la separación va de 10 a 15 cm entre plantas y entre hileras.

Con esta información, se calcula el número de plantas que hay por metro cuadrado, a saber:

- Número de plantas en un metro de la hilera =  $(1 \text{ m}/0.2 \text{ m}^*) = 5$
- Número de hileras por metro =  $(1 \text{ m}/0.2 \text{ m}^*) = 5$

\*Se está considerando una plantación a 20cm x 20cm.



Si caben 5 plantas por metro de la hilera y hay 5 hileras por metro, entonces la cantidad de plantas por metro cuadrado será:

$$\text{Plantas por m}^2 = (5 \text{ plantas por metro de hilera}) \times (5 \text{ hileras por metro}) = 25 \text{ plantas por m}^2.$$

Si se conoce la superficie de cada cama de crecimiento, ésta se multiplica por el número de plantas por  $\text{m}^2$  y se obtiene el número de plantas por cama de crecimiento.

$$\text{Número de plantas por cama de crecimiento} = (25) \times (X \text{ m}^2 \text{ de la cama})$$

Finalmente, si son varias camas de crecimiento que presenten la misma especie y condición de edad, para obtener el número total de plantas, se sumarán las plantas de todas las camas. De otro modo, si se conoce la superficie total de las camas de crecimiento que contengan a la especie de interés, basta con multiplicar el número de plantas por  $\text{m}^2$  calculado de la densidad, por la superficie total de camas de crecimiento:

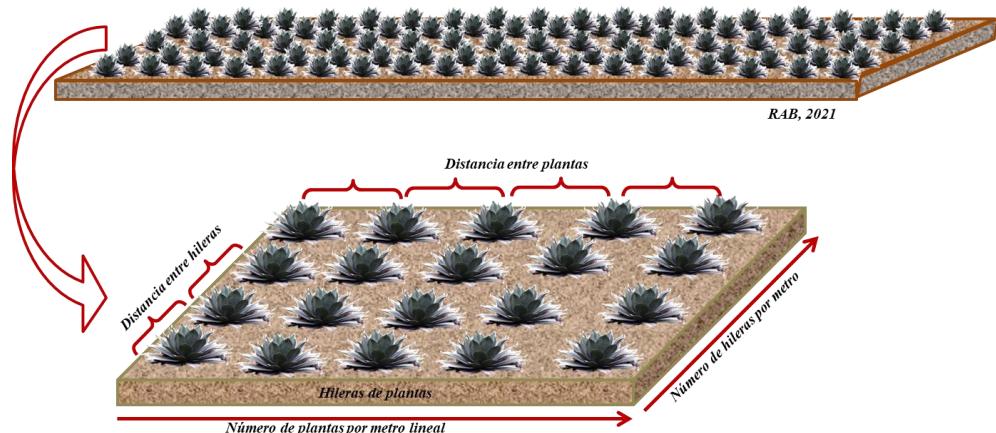
$$\text{Número total de plantas por especie} = \sum \text{Número de plantas de la cama 1 hasta la cama } n$$

O de otra manera:

4

$$\text{Número total de plantas por especie} = (25) \times (\text{Superficie total de las camas de igual condición y especie})$$

*Melga o cama de crecimiento de Agave sp.*



$$\text{Densidad de plantación} = \text{Número de plantas por metro de hilera} \times \text{número de hileras por metro}$$

**Esquema 2.-** Determinación del número de plantas con base en la densidad de plantación.



Si la plantación fuera irregular, es decir, que no haya una separación entre plantas y entre hileras uniforme, se recomienda hacer lo siguiente:

- Se mide un metro cuadrado de la cama de crecimiento y se cuantifica el número de plantas que caben en ese metro cuadrado. Se recomienda hacer al menos 3 a 5 conteos en puntos diferentes de la cama o del área a evaluar, obtener el promedio de plantas por metro cuadrado y ese dato utilizarlo para la determinación del dato final.
- Se obtiene la superficie de la cama multiplicando lo que mida de ancho en metros por lo que mida de largo en metros:

$$\text{Superficie de la cama} = \text{Largo (m)} \times \text{ancho (m)} = \text{Xm}^2 \text{ de la platabanda}$$

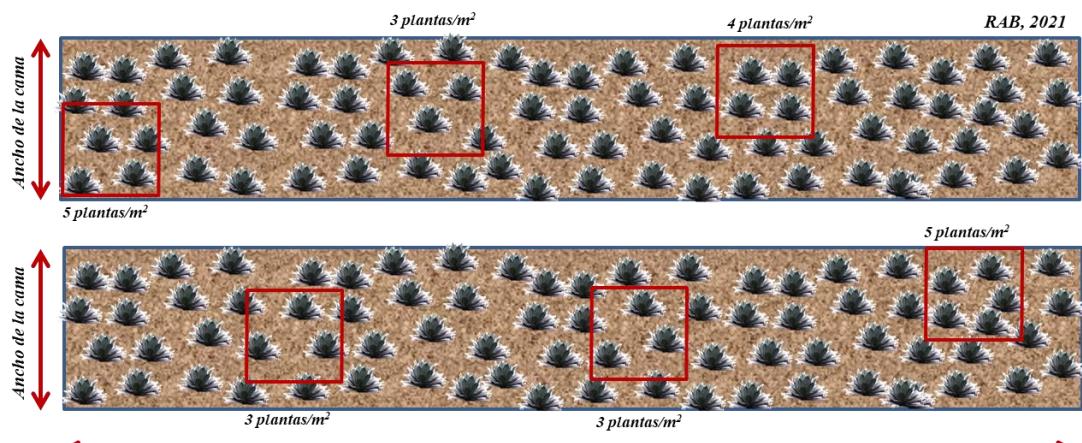
- El número promedio de plantas determinado por metro cuadrado, se multiplica por los metros cuadrados de la platabanda:

$$\text{Número de plantas por cama} = (\text{Número de plantas promedio/m}^2) \times (\text{Xm}^2 \text{ de la cama}).$$

$$\text{Número total de plantas} = \sum \text{del n Número de plantas/cama}$$

### Camas de crecimiento

5



$$\text{Número de plantas/m}^2 = \frac{\sum \text{plantas/m}^2}{\text{Número de muestras}}$$

**Esquema 3.-** Determinación del número de plantas por cama de crecimiento en función al número de plantas por metro cuadrado.

**b. Cuantificación total (meta) de plantas por unidad de producción.**

Si un vivero está desarrollando más de un convenio o contrato de producción, la determinación se realizará por convenio o 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 plantas por cama de crecimiento, y se realizó la cuantificación de plantas por especie, sólo se requiere hacer la suma de todas las especies:

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



6

**Imagen 1.-** Sistema de producción a raíz desnuda.

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

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

Se requiere la valoración del cumplimiento de las características morfo-fisiológicas de las especies que han sido acordadas en el convenio o contrato de producción correspondiente. La metodología que se describe, tiene el propósito de realizar una estimación del comportamiento de los indicadores morfológicos de calidad de planta: número de hojas por roseta (caso de los agaves) o número de bulbos por planta (caso de las yucas), y realizar una valoración cualitativa de otros aspectos importantes para la determinación de la condición de la planta en general.

### Diseño del muestreo

El diseño de muestreo que se propone es el sistemático. Para agilizar el procedimiento y facilitar el trabajo en campo, en la toma de datos morfológicos de las especies, se tomará como unidad de muestreo al sitio de “**un metro cuadrado**”.

### 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, por lo que se considera 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 o contratadas.

El tamaño de muestra deberá determinarse por especie y condición (nos referimos a planta de la misma edad) de la planta a evaluar. 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 quiere determinar el número de plantas a muestrear de la especie *Agave potatorum* en un vivero con una meta de 75,000 plantas producidas a raíz desnuda. En el contrato de producción se indica que esta especie debe tener a la entrega, de 6 a 10 hojas por roseta, hojas coriáceas, espina bien desarrollada y lignificada. 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:

$N = 75,000$  plantas de *Agave potatorum* (meta de producción por especie),

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

$p = 0.5$ ,

$q = (1-0.5) = 0.5$

$d = 0.05$

8

**Sustituyendo valores:**

$$n = \frac{(75,000)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(75,000 - 1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{72,030}{187.4975 + 0.9604} = \frac{72,030}{188.4579} = 382 \text{ plantas}$$

Es decir, que si tenemos una meta de 75,000 plantas de la especie señalada, se tendrán que muestrear 382 individuos para asegurar que los datos estimados representen una aproximación a la situación real en cuanto al número de hojas por roseta, la formación y endurecimiento de la espina, la consistencia de las hojas y las demás características técnicas de esa planta, con una confiabilidad del 95% y 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, el tamaño de muestra tiende a ser constante (382 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.**

## Distribución de la muestra en campo

Dado que el muestreo será sistemático, las unidades de muestreo se distribuirán 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 el sitio de “**un metro cuadrado**”. Si se conoce la densidad de plantación, se conocerá el número de plantas por metro cuadrado, por lo tanto, se sabrá cuantos elementos o plantas habrán en cada unidad de muestreo. El número de sitios de un metro cuadrado a muestrear se obtiene de dividir las 400 plantas que indica el tamaño de muestra (*n*), entre el número de plantas que hay por metro cuadrado.

La información del número de plantas por metro cuadrado se obtuvo anteriormente con el inventario de planta existente.

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

Antes de iniciar con el 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 camas de crecimiento que le corresponden, la ubicación y condición de éstas, así como la longitud en metros o en pasos que cubren el total por condición.

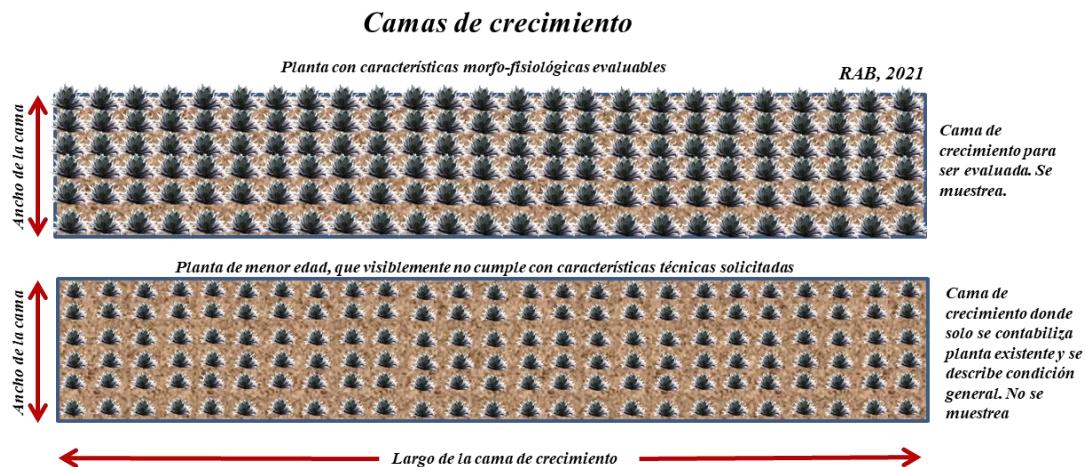
- a. Lotificación de la muestra.**- Si el estado fenológico de las plantas de una misma especie está bien diferenciado y éstas se encuentran físicamente separadas por camas de crecimiento, se deberán muestrear las camas que cumplan con las características técnicas pactadas y la planta pequeña que aún no alcance las tallas, solo se contará su existencia y describirá su condición general; no se requiere hacer muestreo, dado que no serán recibidas o aceptadas.
- b. Longitud total de "camas de crecimiento"/especie y condición.**- Para cada lote de producción (por especie y condición), se deberá determinar la longitud total de las camas de crecimiento en metros o en "pasos" del evaluador. En caso de existir variación en las longitudes de éstas, será necesario determinar la longitud de cada una para obtener la longitud total de "camas de crecimiento", como se describe a continuación:

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

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



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



**Esquema 4.-** Croquis de distribución de la especie a evaluar en las camas de crecimiento que la contienen.

10

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

**Equidistancia ( $k$ ) entre sitios de "un metro cuadrado" = (Longitud total de "camas de crecimiento"/ especie y condición) / (Número de sitios de "un metro cuadrado" a muestrear).**

El número de sitios de un metro cuadrado a muestrear, estará dado por el número de plantas que haya por metro cuadrado, de acuerdo con la densidad de plantación o con la determinación ya realizada en el inventario de planta. Dependiendo del género de que se trate (*Agave*, *Yucca*), el número de sitios puede variar de 4 (con densidad de plantación máxima de 10 cm x 10 cm) hasta 40 sitios (para una mínima densidad de 30 cm x 30 cm). En este punto, puede convenirse un tamaño más pequeño de la unidad de muestreo para la *Yucca*, por ejemplo, unidades de muestreo de solo la mitad de cada sitio de metro cuadrado, así, el número de unidades de muestreo se duplica y permite distribuir mejor la muestra entre toda la población.



En la tabla 1 se presenta la variación en el número de plantas que puede haber por unidad de muestreo de un  $m^2$ , asimismo se hace la propuesta, para una mejor distribución de la muestra, de reducir el tamaño de los sitios de muestreo a la mitad para densidades con 50 a 100 plantas por  $m^2$ , esto implicará duplicar el número de sitios de muestreo, aunque el número de plantas muestreadas no rebasará más allá de 6 u 8 plantas más a la estimación de las 400 plantas del tamaño de  $n$  calculada.

**Tabla 1.-** Número de sitios a muestrear en función de las densidades de plantación por  $m^2$ , dependiendo del género.

Género de planta	Distancia entre hileras (cm)	Distancia entre plantas (cm)	No. de plantas/ $m^2$	No. de sitios de un $m^2$	No. de sitios de 0.5 $m^2$
<i>Agave</i>	15	15	49*	8	16
	20	20	25	16	
	25	25	16	25	
	30	30	12*	34*	
	20	25	20	20	
	25	30	14*	29*	
	30	20	17*	24*	
	30	25	14*	29*	
<i>Yucca</i>	10	10	100	4	8
	15	10	67	6	12
	15	15	49	8	16

\*Se aproxima al entero superior

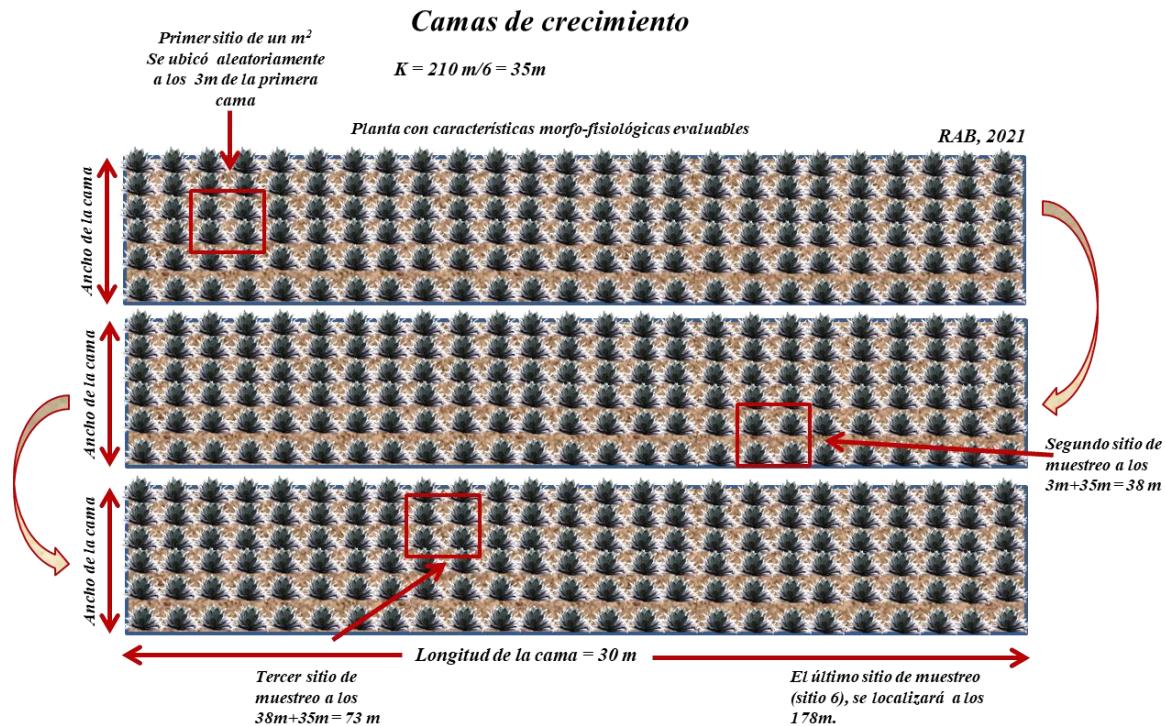
11

**Ejemplo:** En un lote de producción de *Yucca filifera*, a raíz desnuda, con 7 camas de crecimiento con 30 m de largo cada una, se tiene una longitud total de camas =  $7 \times 30 \text{ m} = 210 \text{ m}$ . La yuca ha sido plantada a 15 cm entre hileras y 10 cm entre plantas, por lo que el número de sitios requeridos para levantar el muestreo sería de 6. La equidistancia entre sitios de "un metro cuadrado" a muestrear será:

$$\text{Equidistancia } k = 210 \text{ m} / 6 = 35 \text{ m} \text{ entre un sitio y otro.}$$

Cuando el resultado no sea entero, se puede convenir en subirlo al entero superior próximo.

- d. Distribución de las unidades de muestreo (“sitios de un metro cuadrado”).- El primer sitio de un metro cuadrado se elige aleatoriamente. En la primera cama de crecimiento, se establece el primer sitio de muestreo, el siguiente sitio se localizará caminando sobre los pasillos a lo largo de la cama hasta los siguientes 35 m y así sucesivamente.



**Esquema 5.-** Distribución en el vivero de los sitios de un metro cuadrado que deberán muestrearse, de acuerdo con el valor calculado de  $k$ .

En el esquema anterior (Esquema 5), se inició a los 3 metros de acuerdo con una tabla de números aleatorios. El siguiente estará a 3 m + 35 m, el tercero, a los 38 m + 35 m, y así hasta colocar los 6 sitios.

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

Los datos que se deberán levantar en campo de cada sitio de muestreo de "un metro cuadrado" (o de las 400 plantas) serán los siguientes:

**Número de plantas.**- Corresponde al número total de plantas que están vivas por metro cuadrado de la muestra, o por cama de crecimiento o por especie, según sea el nivel de contabilidad.

**Número de hojas por planta o roseta.**- Este parámetro morfológico aplica para los magueyes y se relaciona con la capacidad fotosintética de la planta y su superficie de transpiración. Corresponde al número de hojas que la planta presente de acuerdo con la edad y el espacio de crecimiento. Se contabilizará para todas las plantas vivas de la unidad de muestreo.

**Número de bulbos por planta.**- Esto aplica para las especies del género *Yucca*. Para considerar que la planta está apta para salir a campo, debe tener desarrollados mínimo 3 bulbos, de color rosado, indicadores de un buen sistema radical para su establecimiento en campo.

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

- **Hojas coriáceas.**- Se espera que las especies tengan un desarrollo de las hojas, propio de la especie, con la consistencia coriácea o el desarrollo de la cutícula protectora que se requiere para resistir las condiciones climáticas a las que se someterá en las zonas áridas y semiáridas. Es necesario conocer la condición natural de la especie para hacer la valoración en vivero.
- **Espina desarrollada y lignificada.**- Esto aplica principalmente para los agaves. Se requiere que la planta alcance en el vivero el desarrollo y endurecimiento o lignificación de las espinas, lo que indicará que la planta está adaptada a crecer a sol directo.
- **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 color, la no presencia de malformaciones como la forma de "J"; fibrosidad, abundancia de raíces laterales, puntos de crecimiento y la longitud del sistema radical; que las raíces no estén desarrolladas hacia un solo lado.

13

Estas determinaciones implican la extracción y posible destrucción de la planta, por lo que sólo deberá realizarse en un elemento por unidad de muestreo. Se deberá seleccionar aquella planta que parezca ser la planta promedio, se realizarán las observaciones, y si puede aún replantarse, que se haga, de lo contrario, que se deseche con precaución, previendo cualquier problema fitosanitario que pueda derivarse.

#### 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 o contrato.

Para esta determinación se utilizarán las siguientes relaciones:

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

$$\text{Total de plantas por especie} = \sum \text{Número de plantas de la cama 1 hasta la cama } n$$

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

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

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

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

14

Para determinar si la planta producida cumple con los parámetros de calidad establecidos en los convenios o contratos de producción, se han considerado como variables cuantitativas, el número de hojas para los agaves, y el número de bulbos para las yucas. 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.

**Número de hojas por roseta.** Este valor se obtiene sumando los datos individuales por unidad de muestreo (sitio de un metro cuadrado) y dividiendo entre el número de plantas muestreadas por unidad de muestreo. Luego, la suma de promedios por unidad de muestreo dividido por las unidades de muestreo levantadas, a saber:

$$\text{Promedio de hojas por planta} = \frac{\sum \text{de número de hojas por planta}}{\text{Número de plantas de la unidad de muestreo}}$$

$$\text{Promedio de hojas/planta de la muestra} = \frac{\sum \text{de hojas promedio por unidad de muestreo}}{X \text{ unidades de muestreo}}$$

**Número de bulbos por planta.** Este valor se obtiene sumando los datos individuales por unidad de muestreo y dividiendo entre el número de plantas muestreadas por unidad de muestreo. Luego, la

suma de promedios por unidad de muestreo dividido por las X unidades de muestreo levantadas, a saber:

$$\text{Promedio de bulbos/planta} = \frac{\sum \text{de bulbos por planta}}{\text{Número de plantas de la unidad de muestreo}}$$

$$\text{Promedio de bulbos de la muestra} = \frac{\sum \text{de promedios de bulbos por unidad de muestreo}}{X \text{ unidades de muestreo}}$$

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

Proporción de plantas de la muestra cuyos parámetros de número de hojas por roseta o número de bulbos por planta (según aplique respectivamente) 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 contratada, que se encuentran en el rango de valores promedio convenidos.**

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

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

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



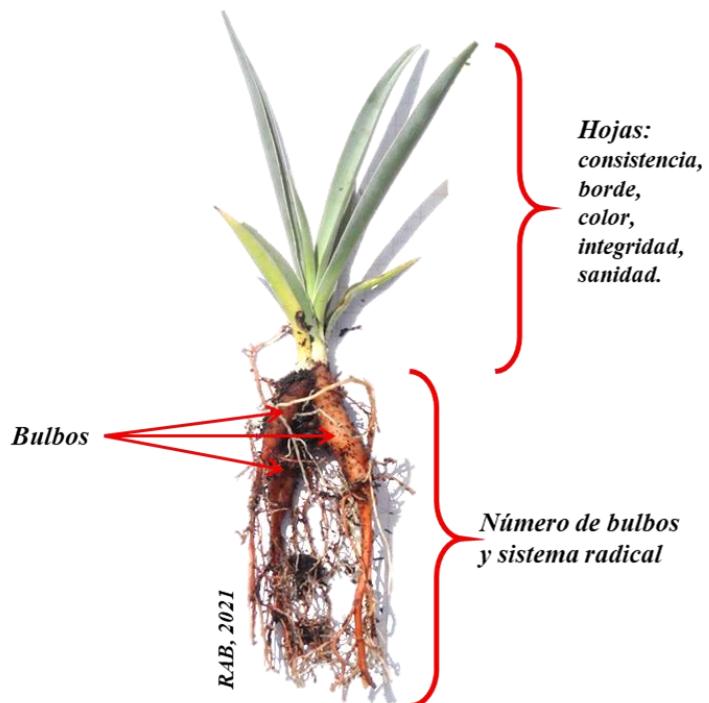
**Total de planta existente.**

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

*Total de plantas existentes =  $\Sigma$  Total de planta especie 1+Total de planta especie 2+...+Total de planta especie n.*

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

**Parámetros morfo-fisiológicos  
Yucca spp.**

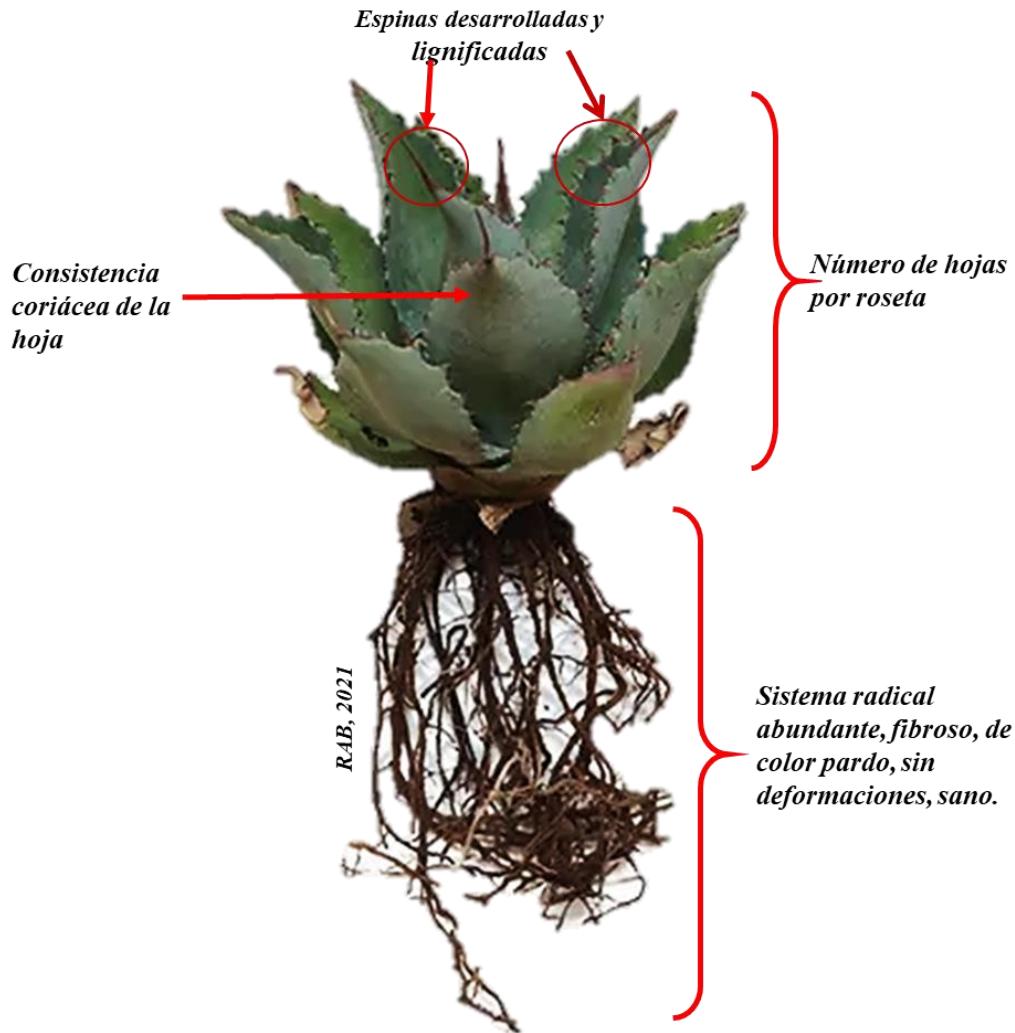


16

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



*Parámetros morfo-fisiológicos  
Agave spp.*



17

**Esquema 7.** Características morfo-fisiológicas que deben ser consideradas para determinar la calidad de la planta en los agaves.



## FORMATOS

FORMATO DE CAMPO I Mediciones por unidad de muestreo					
No. de planta <sup>2</sup>	Mediciones individuales		Condición cualitativa		
	Número de hojas <sup>3</sup>	Número de bulbos <sup>4</sup>	Espina lignificada <sup>5</sup>	Hoja coriácea <sup>6</sup>	Planta sana <sup>7</sup>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
...n					
Total plantas	$\sum$ No. de hojas/planta	$\sum$ No. de bulbos/planta	$\sum$ cumple	$\sum$ cumple	$\sum$ Sanas
Promedios					

**NOTAS:**

1 Corresponde al número consecutivo de los sitios de un metro cuadrado a muestrear. Va de 1 hasta n dependiendo de la densidad por m<sup>2</sup>.

2 Número consecutivo de plantas de acuerdo al número que haya por unidad de muestreo (de 1 a n)

3 Número de hojas por planta o roseta. Ponen el dato para todas las plantas.

4 Número de bulbos por planta. Aplica solo para el género *Yucca*.

5 Aplica solo para los magueyes.

6 Indicar si cumple para magueyes. En *Yucca*, evaluar consistencia y borde de la hoja.

7 Saludable o no saludable





FORMATO II Existencias y condición de calidad de planta								
Vivero:				Titular:				
Especie evaluada:				Meta comprometida:				
Densidad de planta por m <sup>2</sup> :								
Fecha de evaluación:				Evaluador:				
Número de plantas contabilizadas en campo:								

No. U. de muestreo <sup>1</sup>	No. Plantas	Promedio de hojas/plantao roseta	No. de plantas en el rango	Promedio bulbos/planta	No. de plantas en el rango	No. Plantas espina lignificada	No. de plantas hoja coriácea	No. de plantas sanas
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
...								
<i>n</i>								
Sumas	$\Sigma$ plantas vivas	$\Sigma$ promedios	Suma	$\Sigma$ promedio	Suma	Suma	Suma	Suma
Promedios	N/A	$\Sigma$ Promedio/X unidades de muestreo	N/A	$\Sigma$ promedio/X unidades de muestreo	N/A	N/A	N/A	N/A

1. Unidad de muestreo que corresponde al sitio de un m<sup>2</sup>

Valoración de atributos por observación:

Coloración de la planta:

Integridad:

Sanidad:

Calidad de raíz:	Color	Puntos de crecimiento	Fibrosidad	Malformaciones	Sanidad



**FORMATO III**

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

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

Vivero: Titular:

Especie evaluada: Meta comprometida: No. de plantas/m<sup>2</sup>

Evaluador:

Fecha de evaluación:

**DETERMINACIONES POR ESPECIE:**

*Total de plantas/especie = (Número de plantas 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 :*

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

*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*

20





<b>FORMATO IIIA</b> <b>Determinaciones por convenio: Resumen y Conclusiones</b>											
HOJA: _____ de _____											
Vivero:				Titular:							
Especies evaluadas:		1.-		Plantas/m <sup>2</sup> /especie:		1.-					
		2.-				2.-					
Meta total:				Evaluador:							
Fecha de evaluación:											
<b>DETERMINACIONES POR CONVENIO:</b>											
<i>Total de plantas por convenio/contrato (meta total) = <math>\sum</math> Total de plantas especie 1 + Total de plantas especie 2 + ... + Total de plantas de especie n.</i>											
<i>Total de plantas existentes = <math>\sum</math> Total de planta especie 1 + Total de planta especie 2 + ... + Total de planta especie n.</i>											
<i>Total de plantas que cumplen parámetros = <math>\sum</math> Planta especie 1 + planta especie 2 + ... + planta especie n.</i>											
<b>CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES:</b>											
_____ <b>Nombre y firma de Evaluador</b>											

