

## *IV. Mantenimiento de la Estructura del Vivero*

Terminado el periodo de la producción de la planta, el vivero debe obligatoriamente entrar en un periodo de mantenimiento de toda la infraestructura en el área de producción, como son lavado de los filtro de las líneas de riego, micro aspersores, tuberías (todo esto se hace con ácido sulfúrico o vinagre a través del inyector de fertilización a una concentración 100%), pintado de las camas portacharolas y estructuras, pintado y lavado de las válvulas de riego, mangueras, filtros de las líneas de riego, registros del riego y electricidad, canaletas, caseta de trabajo, bodega de insumos, bodega de agroquímicos, laboratorio, área de fertilización, maquinaria de llenado de charola y sembradora, entre otros.

Con el mantenimiento prácticamente se deja lista toda la infraestructura (área de producción) para la siguiente siembra.



Fotografía 9.  
**Mantenimiento del área de fertilización.**



Fotografía 10.  
**Mantenimiento al inyector.**



Fotografía 11.  
**Mantenimiento del hidrociclón, válvula de alivio y turboclean.**



Fotografía 12.  
**Mantenimiento a la línea de riego y contrapesos de los microaspersores.**



Fotografía 13.  
**Mantenimiento de los filtros de la línea del riego.**



Fotografía 14.  
**Mantenimiento de las camas portacharolas.**



Fotografía 15.  
**Mantenimiento de los registros del riego.**

## V. Distribución de las Especies en el Área de Producción

El Comité Técnico de Reforestación del Gobierno del Estado fija la meta de producción y las especies a producir. Una vez definida la meta de producción se fija la cantidad de cada especie a producir. Como se conoce la capacidad de charolas que le caben al área de producción (67 200 charolas en 80 naves; cada nave tiene dos camas de 42 metros de largo y 2.1 metros de ancho), por lo tanto, si siembra en charola de 77 cavidades toda el área de producción, se tendría un total de 5 174 400 plantas, y si se siembra en 112 se tendrían 7 526 400.

Como se quiere tener llena toda el área de producción y ninguna de las dos condiciones anteriores se cumplen, entonces se siembra en los dos tipos de charolas, con el propósito de que la meta de producción y el número total de la capacidad de charolas en el área de producción sean iguales. Por cuestiones de pérdidas de planta –provocadas por enfermedades, siembra, plagas, etcétera–, se le incrementa un 5% a la meta de producción.

A continuación se presenta el programa para el ciclo de producción 2004-2005, donde se indica la meta por especie, la cantidad de charola y el remanente.

Especies	Meta (plantas)	Número de charola 77 cavidades	Planta real	Remanente (plantas)	Porcentaje de cada especie	Número de camas	Número de charolas extra
Pino piñonero	180,000	2,940	226,380	46,380	25.77	7	602
Pino lacio	1,420,000	18,900	1,455,300	35,300	2.49	45	458
Ahuehuete	50,000	840	64,680	14,680	29.36	2	191
Palo dulce	1,750,000	23,100	1,778,700	28,700	1.64	55	373
Tepeguaje	100,000	1,386	106,722	6,722	6.72	3.3	87
Guaje	150,000	1,974	151,998	1,998	1.33	4.7	26
Mezquite	250,000	3,486	268,422	18,422	7.37	8.3	239
Guamúchil	100,000	1,386	106,722	6,722	6.72	3.3	87
Rosa panal	1,000,000	13,188	1,015,476	15,476	1.55	31.4	201
<b>Total</b>	<b>5 000 000</b>	<b>67 200</b>	<b>5 174 400</b>	<b>174 400</b>	<b>3.49</b>	<b>160</b>	<b>2265</b>

NOTA: La capacidad de instalada de charola es de 67 200

La capacidad en planta es de 5 174 400 en charola de 77 cavidades

## *VI. Necesidades de Semilla*

Una vez que se decide el número de plantas a producir, se pesa una determinada cantidad de semilla por especie y se cuenta. Hay que tomar en cuenta la recomendación de sembrar en proporción 2 a 1, esto es que en la charola se pondrá una semilla a una cavidad y a la siguiente, dos, y así en todas las cavidades de la charola. Considerando esto en el cálculo se sabrá la cantidad total de semilla necesaria.

Por ejemplo, si desea sembrar 100 000 planta de pino piñonero y sabemos que en 100 gramos de semilla hay alrededor de 254 semillas, entonces en un kilo se tendrán:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ gr} \quad - \quad 254 \text{ semillas} \\ \hline 1\ 000 \text{ gr (1 kg)} - x \\ 254 \times 1\ 000 / 100 = x \\ x = \mathbf{2\ 540 \text{ semillas}} \end{array}$$

Además como la proporción de siembra es 2 a 1, se le suma la mitad de la planta para encontrar el número total de semilla. En este caso el número sería de 150 000 plantas, entonces:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ kg} \quad - \quad 2\ 540 \text{ semillas} \\ \hline x \quad - \quad 150\ 000 \text{ semillas} \\ 150\ 000 \times 1 / 2\ 540 = x \\ x = \mathbf{59 \text{ kg}} \end{array}$$

Esto quiere decir que se necesitan 59 kilogramos para producir 100 000 plantas de pino piñonero, pero a esto le aumentamos 10% más para asegurar su suficiencia. Entonces ocuparíamos 64.9 kilos de semilla.

Éste es el procedimiento para determinar la cantidad de semilla para todas las especies.

En el siguiente cuadro se indica la cantidad de semilla necesaria para cada especie:

Especie	Cantidad de planta a producir (meta)	Número de plantas por kilogramo	Kilogramos de semilla que se necesitan
Pino piñonero	226,380	1,500	315
Pino Lacio	1,455,300	30,000	97
Ahuehuete	64,680	60,000	2.5
Palo dulce	1,778,700	130,000	30
Tepeguaje	106,722	9,000	24
Guaje	151,998	12,000	25
Mezquite	268,422	15,000	36
Guamúchil	106,722	8,000	27
Rosa panal*	1,015,476	370,000	20
* Para esta especie, con 100 gramos de semilla se ocupan 6 468 cavidades.			

El caso de la especie Rosa panal la cantidad de semilla de acuerdo con el número por kilogramo nos darían 6 kilos, pero dado que la semilla es pequeña se hicieron pruebas en las que se encontró que se requieren 100 gramos de semilla para cubrir 84 charolas de 77 cavidades, esto es 6 468 cavidades. Entonces:

$$\begin{aligned}
 &6\ 468 \text{ cavidades} - 100 \text{ gr} \\
 &1\ 020\ 096 \text{ cavidades} - x \\
 &1\ 020\ 096 \times 100 / 6\ 468 = x \\
 &x = \mathbf{15.8 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

### Conservación de semilla

Especie	Forma de conservación
Pino michoacana	En refrigeración a 8° c
Pino cembroides	En refrigeración a 8° c
Sabino	En refrigeración a 8° c
Palo dulce	En refrigeración a 8° c
Guamúchil	En refrigeración a 8° c
Tepeguaje	En refrigeración a 8° c
Guaje	En refrigeración a 8° c
Mezquite	En refrigeración a 8° c
Mezquitillo	En refrigeración a 8° c
Rosa panal	Al aire libre en costales ventilados

Toda la semilla sacada del banco de germoplasma se debe dejar por lo menos 24 horas al aire libre antes de sembrarla para que tome la temperatura ambiente. En el caso de los pinos la semilla se debe almacenar en recipientes herméticamente cerrados con contenido de humedad de 1 a 4° C y de 8 a 10 ° C. Para temperaturas de 4 a 5 grados se recomienda utilizar envases de plástico, vidrio o cartón con bolsa de plástico interior.

En caso de no contar con banco de germoplasma es conveniente guardar las semillas en bolsas de plástico negro en un lugar fresco y seco.

## V. Tratamiento Pregerminativo

Especie	Tratamiento primario	Tratamiento secundario
Pino michoacana	Se pone a remojar en agua de 12 a 24 horas	Después del remojo se pone media hora en agua con Captan o Tecto 60 con dosis de 1 gr/lit de agua
Sabino	Se pone a remojar en agua 12 horas	Después del remojo se pone media hora en agua con Captan o Tecto 60 con dosis de 1 gr/lit de agua
Guamúchil	Se pone a remojar en agua 12 horas	Después del remojo se pone media hora en agua con Captan o Tecto 60 con dosis de 1 gr/lit de agua
Tepeguaje	Se pone en agua a punto de hervir (75°C) durante 6 minutos	Sin Captan
Guaje	Se pone en agua a punto de hervir (75°C) durante 6 minutos	Sin Captan
Palo dulce	Se pone a remojar en agua durante 12 horas	Se pone media hora en agua con Captan o Tecto 60 con dosis de 1 gr/lit. De agua
Rasa panal	Sin tratamiento pregerminativo	
Mezquite	Se pone en agua a punto de hervir (75°C) durante 6 minutos	Sin Captan
Mezquitillo	Se pone en agua a punto de hervir (75°C) durante 6 minutos	Sin Captan
Pino cembroides	Remojo por 48 horas. A las 24 se cambia el agua para favorecer la oxigenación y se mantiene el remojo otras 24 horas	Después del remojo se pone media hora en agua con Captan o Tecto 60 con dosis de 1 gr/lit de agua

Una vez terminado el periodo de remojo, todas las semillas se lavan y se ponen durante media hora en agua con Tecto 60 o Captan a razón de un gramo por litro de agua, excepto las semillas que están esterilizadas con agua caliente.



Fotografía 16.

**Raspando semilla de Rosa  
panal para sembrar.**



## *VI. Fechas de Siembra*

Las fechas de siembra se proponen con base en el ciclo de que dura la planta en vivero y a la experiencia obtenida en la producción anterior.

ESPECIE	META (plantas)	PERIODO DE SIEMBRA (CICLO 2004-2005)																											
		OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
P. Cembroides	50,000			50,000	130,000																								
P. Michoacana	1,420,000					500,000	500,000	420,000																					
Ahuehuete	50,000														50,000														
Palo Dulce	1,750,000																					646,800	646,800	456,400					
Tepeguaje	100,000															100,000													
Guamúchil	100,000																				100,000								
Guaje	150,000																				150,000								
Mezquite	250,000															250,000													
Rosa panal	1,000,000																									500,000	500,000		
<b>TOTAL</b>	<b>4,870,000</b>			50,000	130,000	500,000	500,000	420,000							50,000	250,000	100,000			250,000	646,800	646,800	456,400	500,000	500,000				

## VII. Lavado de Charola

Una vez que se realizó una producción de planta, el lavado de charolas es una actividad necesaria para retirar la tierra que llevan pegada en sus paredes, que además puede estar infectada por algún tipo de hongo. Esto garantiza desde su inicio un ambiente higiénico para la próxima producción.

El método de lavado es el siguiente:

1. Se hace una selección de charolas con base en el número de cavidades, que no se encuentren fracturadas, por tipo de material, etcétera.

2. En una tina de plástico con aproximadamente 3 500 litros de capacidad se le mezclan de 4 a 5 litros de cloro al 85%, en la que se lavan y desinfectan hasta 500 charolas. Esta cantidad varía según las condiciones de la charola. Se sumerge la charola en la tina y se talla con cepillo o estropajo hasta quitarle la tierra.

3. La charola se pasa en agua limpia para eliminar los residuos de cloro y se pone en un lugar seco a estilar.

El rendimiento de lavado de charola es 250 charolas por jornal.

### Fechas de lavado de las charolas

La fecha de lavado de charola se programa conforme a las fechas de siembra programadas anteriormente.

Especie	Cantidad de charolas a lavar	Fecha	Número de jornales
Pino cembroides	2,940	Del 5 al 15 de septiembre 2004	6
Pino michoacana	18,900	Del 25 de septiembre al 15 octubre 2004	10
Sabino, palo dulce, tepeguaje, guamúchil, guaje, mezquite, mezquitillo y rosa panal	45,360	Del 15 diciembre 2004 al 30 de enero 2005	10



Fotografía 17.  
Ejemplo del lavado manual de charola en la tina.



Fotografía 18.  
Enjuague de la charola después de tallarse con cloro en la tina.

## ***VIII. Agromallas***

Las agromallas deben instalarse antes de iniciar la siembra para que la planta quede protegida de las temperaturas durante su emergencia, ya que la superficie del sustrato se sobrecalienta.

Las características de la agromallas que se utilizan tienen un rango de sombra de 50 y 50%. Es importante que la agromalla se mantenga lo más limpia posible para evitar oscurecimiento por acumulación de polvos en el material de la cubierta. Asimismo debe vigilarse que no tenga rupturas por las que se puedan introducir pájaros, lo que pudiera ocasionar una disminución en la población de plantas y se traduciría en una afectación de las metas de producción, principalmente en los casos de los pinos michoacana y cembroides.

Si el presente ciclo de producción las temperaturas son altas –como el ciclo 2004-2005, que ocasionan problemas fisiológicos en la especie pino michoacana (en coníferas)– se debe aumentar el porcentaje de sombra de 50 a 70% y extender el periodo de cubrimiento. Esta medida obliga a que haya control óptimo de humedad en la planta para evitar la proliferación de hongos patógenos.

### **Tiempo de duración de las agromallas**

Las agromallas deben quitarse cuando la planta alcance una altura aproximada de 10 a 15 cm, para que la lignificación o formación de leña en el tallo se lleve a cabo por los efectos directos de los rayos solares. De acuerdo con la experiencia, se ha observado que al quitar la agromalla la planta detiene su desarrollo, por lo que el técnico deberá tener en cuenta el tiempo en que la planta alcanza la talla requerida por la Comisión Nacional Forestal.

Otro factor importante que se debe tener en cuenta antes de quitar la agromalla es que no debe haber planta recién repicada, ya que por los efectos directos de los rayos solares se puede deshidratar y llegar a morir. Por esta razón se debe esperar de 10 a 15 días y luego proceder a quitar la agromallas.

Es recomendable que la agromalla lateral quede a la misma altura de las camas porta-charolas con el fin de que el aire circule libremente. Esta labor deberá realizarse cuando ya no exista el problema de los pájaros, pues de lo contrario se recomienda no realizarla.



Fotografía 19.  
**Colocación de agromallas  
sobre las naves.**

## ***IX. Cálculo de Requerimiento de Sustrato***

### **Mezcla base**

Desde que se inició en México la producción intensiva de planta en contenedores se ha utilizado un sustrato artificial a base de peat moss (musgo fosilizado), vermiculita y agrolita, adicionando un fertilizante de lenta liberación (multicote 14-14-14<sup>12</sup>, osmocote, con la formula 17-7-12 o Q. F. Block).

Durante todo el tiempo en que se ha estado produciendo en contenedor (9 años) se han tenido un sin número de experimentos con respecto a las proporciones de elementos para conformar la mezcla a la que hemos denominado mezcla base. Le llamamos así porque es la mezcla que se ha estandarizado y se toma como referencia para producción en contenedor, toda vez que en la actualidad se están trabajando otras mezclas utilizando elementos diferentes como la corteza de pino. El uso de la corteza de pino composteada no se ha generalizado aún.

### **Características de los ingredientes del sustrato**

Peat moss: Turba de musgo *sphagnum* compuesto por 335 especies acumuladas en el fondo de los pantanos y conservadas debajo del agua en estado de descomposición parcial. Existe una clasificación de los musgos según el color: los musgos claros tienen mayor porosidad de aireación y los musgos oscuros tienen mayor **e.i.e.**

Vermiculita: Es un silicato de magnesio, hierro y aluminio. Las partículas están compuestas de delgadas placas paralelas, semejando un acordeón. Es un componente estéril debido a que en su fabricación se le somete a temperaturas 1 000°C y es de origen volcánico.

Perlita o agrolita: Es un silicato de aluminio de origen volcánico para cuya fabricación se usan temperaturas de 1 000°C. Promueve la aireación y el drenaje debido a que no absorbe agua, tiene p.h. neutro y no se comprime. Los grados comerciales más usados de este material son el 6 y el 8. El grado 6 tiene un tamaño de

partículas promedio de 3.35 mm y el grado 8 un promedio de 1.70 mm. Una desventaja es que tiene partículas muy finas que, si no se majan en el momento de hacer la mezcla, causan irritaciones en los ojos y dificultades respiratorias.

Los cálculos de la mezcla base que se presentan corresponden a las proporciones que mejores resultados han dado en el vivero forestal militar de Jamay, Jalisco. A saber:

<b>Material</b>	<b>Mezcla base</b>	<b>Presentación</b>
Peat moss	57 %	Pacas de 3.5 y 5.5 ft <sup>3</sup>
Vermiculita (gramo medio)	23 %	Saco de 114 lt
Agrolita	20 %	Soco de 100 lt
Multicote (14-14-14)	5 gr/litro de mezcla base	Saco de 25 libras (11.34 kg)

Para el cálculo de requerimiento de materiales debemos considerar varios aspectos, tales como:

- Meta de producción.
- Capacidad del contenedor (tenemos cavidades de capacidad variable tales como 80 ml, 125 ml, 170 ml, 220 ml, etcétera).
- La paca de peat moss comprimida se expande 59%.
- Una paca de peat moss de 5.5 ft<sup>3</sup> comprimida tiene 155 litros.
- 5.5 pacas de peat moss de 3.5 ft<sup>3</sup> equivalen a 3.5 pacas de 5.5 ft<sup>3</sup>.
- Al volumen calculado habrá de agregársele 10% más por pérdidas en compactación y manipuleo.
- Por cada litro de mezcla base se le agregarán 4.73 gr de osmocote 17-7-12 (liberación lenta de 8 a 9 meses). Para especies tropicales deberá utilizarse una formulación que dure de 3 a 4 meses.
- No se está considerando el requerimiento de agua para humedecer la mezcla. La cantidad dependerá si el mezclado es manual o mecanizado.

## *X. Preparación del Sustrato para la Siembra*

Para una carga en la mezcladora se utilizan:

- 3.5 bultos de peat-moss
- 3 bultos de vermiculita
- 3 bultos agrolita

Como se mencionó anteriormente, un bulto de peat moss de 5.5 ft<sup>3</sup> tiene un volumen de 155 lt y al abrirlo se expande 59%, quedando así un volumen de 246.4 lt. Por lo tanto, el volumen total en los tres insumos es el siguiente:

$$3.5 \times 246.4 = 862.4 \text{ lt}$$

$$3.0 \times 114 = 342.0 \text{ lt}$$

$$3.0 \times 100 = 300.0 \text{ lt}$$

$$\text{Volumen total} = 1\ 504.4 \text{ lt}$$

En charolas de 77 cavidades nos da un rendimiento de 114 charolas:

$$1 \text{ cavidades} = 170 \text{ ml}$$

$$77 \text{ cavidades} = 13.09 \text{ lt}$$

Entonces:

$$\frac{1\ 504.4 \text{ lt}}{13.09 \text{ lt}} = 114 \text{ charolas de 77 cavidades}$$

Si necesitamos en total 67,200 charolas de 77 cavidades, entonces ocuparemos:

$$\frac{67\ 200}{114} = 590 \text{ cargas}$$

En resumen:

$$590 \text{ cargas} \times 1\ 504.4 = 887\ 596 \text{ lt}$$

$$\text{Total litros} = 887\ 596$$

A esta cantidad se le suma el 10% de sí misma (por pérdidas en manejo y compactación):

$$887\,596 \text{ lt} \times .10 (\%) = 88\,759.6$$

$$887\,596 + 88\,759.6 = 976\,355.6 \text{ lt}$$

Total volumen requerido = 976 355.6 lt

### Resumen por insumo para toda la producción

Insumo	Volumen por bulto (lt)	Cantidad de bultos por revoltura (bultos)	Volumen total por revoltura (lt)	Porcentaje de cada insumo por revoltura (%)	Volumen por charola (lt)	Número de charolas de 77 cavidades que se llenan con un revoltura
Peat moss	246.44	3.5	862.54	57.33	13.09	115
Vermiculita	114	3	342	22.73		
Agrolita	100	3	300	19.94		
Total			<b>1504.54</b>			
Multicote (12) 14-14-14	25 kg	7.5 kg	7.5			
Q. f. Block 17-7-12	25 kg	5 kg	5			

Especie	Número de charolas de 77 cavidades	Número de revolturas	Cantidad de bulto que se ocuparon para la producción 2004-2005				
			Peat moss (bultos)	Vermiculita (bultos)	Agrolita (bultos)	Multicote (bultos)	Q.f. Block (bultos)
Pino piñonero	2,940	25.6	89.5	76.7	76.7	7.7	
Pino lacio	18,900	164.4	575.5	493.3	493.3	49.3	
Ahuehuete	840	7.3	25.6	21.9	21.9	2.2	
Palo dulce	23,100	201.0	703.4	602.9	602.9		40.2
Tepeguaje	1,386	12.1	42.2	36.2	36.2		2.4
Guaje	1,974	17.2	60.1	51.5	51.5		3.4
Mezquite	3,486	30.3	106.2	91.0	91.0		6.1
Guamúchil	1,386	12.1	42.2	36.2	36.2		2.4
Rosa panal	13,188	114.7	401.6	344.2	344.2		22.9
Subtotal	67200.0	584.7	2046.3	1754.0	1754.0	59.2	77.5
Total		643.1	2251.0	1929.4	1929.4	65.1	85.2

Nota: Se incrementa el 10 % por pérdidas de manejo



Se debe cuidar muy bien que el tiempo que dura el sustrato en la mezcladora no exceda los cinco minutos, pues si se pasa de este tiempo ocasionaría problemas posteriores al colocarse en la cavidad, tales como compactación, drenaje y aireación.

La mezcla debe tener una textura esponjosa por lo que debe vigilarse con tacto el contenido de humedad de la misma.

Durante el tiempo que no se cuenta con la mezcladora y la llenadora de charola (porque son llevadas para trabajar en otros viveros), la mezcla se hace en forma manual, haciendo montones con las mismas cantidades que se utilizan en la mezcladora. Esta práctica deberá realizarse con cinco a seis traspaleos, dependiendo del grado de compactación del peat moss. Al momento de llenar la charola, a ésta se le dan dos golpes a una altura aproximadamente de 50 cm; el vacío que se hace con esta compactación debe llenarse. Si existe alguna duda en cuanto al llenado es conveniente hacer una práctica que consiste en lo siguiente:

- El trabajador llena la charola, ya sea de 77 cavidades o de 112.
- Se vacía el contenido de la charola en una cubeta.
- Se mide el volumen, que debe ser aproximado a 13.09 lt para charolas de 77 cavidades y de 8.96 para charola de 112 cavidades. En caso de que la diferencia fuera muy marcada se debe hacer un ajuste en la fuerza o número de golpes hasta lograr la mayor aproximación al volumen deseado.

Al momento de realizar la mezcla es importante que el contenido esté homogeneizado y evitar pulverizaciones. La mezcla debe estarse probando mediante el tacto hasta lograr una textura esponjosa.



Fotografía 20.  
**Preparación de la mezcla en la revolvedora**



Fotografía 21.  
**Máquina revolvedora para mezclar el sustrato.**

## ***XI. Micorrización***

La micorriza es una asociación que involucra tres elementos:

- El hongo, que ayuda a la planta a sobrevivir y crecer mejor.
- La planta alimenta al hongo con los azúcares que se producen en la fotosíntesis (raíz).
- Medio de sustento (sustrato).

Existen siete diferentes tipos de micorrizas. Los más importantes son la endomicorrizas o micorrizas vesículas y la ectomicorrizas.

### **Ectomicorrizas**

La ectomicorrización para las coníferas es en una cantidad de cinco libras para un millón de plantas. Convertidos a kilogramos, el equivalente es de 2.3 kg. Si para un millón de plantas se requieren 2.3 kg, y si tenemos programada una producción de 3 225 460 plantas de coníferas, entonces:

$$\begin{array}{r} 3.3 \text{ kg} - 1\ 000\ 000 \\ \times \quad - 1\ 750\ 000 \\ \hline x = 4 \text{ kg} \end{array}$$

Se necesitan 4 kg de ectomicorrizas, más 10% por pérdidas por manejo, obtendremos 4.5 kilogramos para esa producción.

### **Dosis de ectomicorrizas por revoltura**

Si se requieren 2 300 gramos de micorrizas para 1 000 000 de plantas, y si tenemos que con una revoltura nos alcanza para 114 charolas de 77 cavidades, haciendo un total de y 8 778 cavidades, entonces:

$$\begin{array}{r} 2,300 \text{ gr} - 1\ 000\ 000 \\ \times \quad - \quad 8,778 \\ \hline x = 20 \text{ gr} \end{array}$$

Necesitamos 20 gramos por revoltura para llenar 114 charolas de 77 cavidades. De la misma forma que se calculó para la charola de 77 cavidades, se hace para la charola de 112 cavidades, con el siguiente resultado: 43 gramos de ectomicorrizas por revoltura para llenar 167 charolas de 112 cavidades.

### **Endomicorrización en especies latifoliadas**

La recomendación para la inoculación de esporas endomicorrizas en especies latifoliadas (3 810 240 ) es de 28 libras para un millón de plantas, aplicándose directamente a la mezcla del sustrato. Al convertir las libras a kilogramos tenemos que una libra equivale a .460 kg.

Si para un millón se necesitan 18 libras:  
 $18 \times 0.460 = 8.2 \text{ kg}$  para un millón de plantas.

8.2 kg - 1 000 000  
 31 kg - 3 750 000

Esto quiere decir que necesitamos 31 kilogramos de endomicorrizas para beneficiar 3 750 000 plantas.

### **Dosis de endomicorrizas por revoltura**

En vista de que las hojosas se pudieran producir en los dos tipos de charolas, se realizan dos cálculos.

Para charola de 112 cavidades: Si con una revoltura se llenan 167 charolas de 112 cavidades, dando un total de 18,704 cavidades:

8 200 gr - 1 000 000 plantas  
x gr - 18 704 plantas  
 $x = 153.3 \text{ gr}$

Entonces necesitamos 153.3 gramos de endomicorrizas por revoltura.

Para charola de 77 cavidades, con una revoltura se llenan 114 charolas de 77 cavidades cada una, dando un total de 8 778 cavidades para igual número de plantas.

8 200 gr - 1 000 000  
x - 8 778  
 $x = 72 \text{ gr}$

Se requieren 72 gramos por revoltura.

## *XII. Llenado de Charolas*

Una vez que la charola fue lavada con cloro y secada, se procede al su llenado en la maquina llenadora.

El rendimiento del llenado mecánico de charola. Para 77 cavidades es de 325 charolas por jornal y para 112 es de 450 charolas. Esto incluye desde el acarreo del insumo de la bodega de insumos hasta la caseta de trabajo.

El rendimiento del llenado de charola en forma manual, para charolas de 77 cavidades, es 200 charolas por jornal; para charolas de 112 cavidades es de 275 charolas por jornal. Al igual que en el llenado mecánico, esto incluye el acarreo de los insumos desde la bodega hasta la caseta de trabajo, así como la revoltura (en forma manual, es decir, con pala).

Para el llenado de charola el personal debe usar guantes y tapa bocas.

El proceso es el siguiente:

- 1.Preparación del sustrato en la mezcladora.
- 2.Mediante una banda se transporta a la tolva de la máquina llenadora.
- 3.De la tolva pasa el sustrato a una banda en la parte inferior por la que pasan las charolas llenas.
- 4.Una persona las acomoda al inicio introduciendo de una charola a la banda de llenado.
- 5.Al final de la banda otra persona las recibe y les da un golpe leve para asentar el sustrato en las cavidades.
- 6.Dos personas reciben las charolas, las llenan y acomodan en un lugar apropiado de la caseta de trabajo donde no estorben.
- 7.De ahí son acarreadas en remolque o en carretillas a las camas porta charolas, donde se efectuará la siembra directa.



Fotografía 22.  
**Llenado de charola a mano.**



Fotografía 23.  
**Máquina de llenado de charola.**

### *XIII. La Siembra*

Esta etapa es la que debe vigilarse con más atención, ya que de ella donde depende en gran parte el éxito una plantación de cualquier especie. Por ello se debe adecuadamente al personal, con el fin de garantizar que este trabajo se haga bien.

Uno de los parámetros de la buena siembra es la adecuada profundidad para la colocación de la planta. Como regla general, la planta no debe enterrarse más allá de una vez su diámetro, así se lograra una germinación pareja y sin problemas futuros de crecimiento. Otro aspecto importante es que el personal se lave las manos con cloro diluido en agua antes de entrar al área de producción y use guantes a la hora de sembrar.

Cabe señalar que el rendimiento para siembra es de 150 charola de 112 cavidades por jornal, y para charolas con 77 cavidades es de 210 por jornal, de acuerdo con la experiencia obtenida en el vivero.

#### **Pasos para la siembra**

1. Una vez llena la charola, ésta se lleva a las camas portacharolas, en donde se acomodan por montones de tres charolas hasta completar 70 montones por cada lado de la cama, dando un total de 210 charolas por lado y 420 por toda la cama.
2. Cuando las camas están completas, el siguiente paso es la siembra, que es el depósito de una o dos semillas por cavidad o perforación en el suelo a reforestar. Estas cavidades se hacen previamente con una tabla con trompos de dos centímetros de altura, esto con la finalidad de que la profundidad y la semilla tengan una germinación uniforme.
3. Al concluir el paso 2, se hace el tapado de la semilla con la misma sembradora. El material que se utiliza es Vermiculita y Jal (de 2 mm de diámetro, previamente tamizada). Estos materiales deben mantenerse sobre las camas hasta lograr que la semilla quede completamente cubierta, procurando que el grosor del tapado sea lo más parejo posible (entre 5 y 7 mm), según el tamaño de la semilla.



Fotografía 24.  
**Siembra de forma manual.**



Fotografía 25.  
**Tabla para hacer los hoyos  
donde se va a sembrar.**

## *XIV. Riegos de Germinación*

El riego se realiza para lograr la germinación de la semilla y obtener una planta pareja. Para ello es necesario que en la etapa de mantenimiento se laven las partes que componen los microaspersores, filtros y líneas de riego para obtener un coeficiente uniformidad arriba de 80%.

El tiempo de riego es de 10 a 15 minutos (se utiliza solamente agua) durante cuatro semanas o hasta que la planta alcance una altura de 5 centímetros; después de esto se pasa a la fertilización con iniciador (ver calendario anexo de fertilización).

## *XV. Repique y Desahije*

El **repique** es una labor que consiste en transplantar de las cavidades en donde hay más de dos plantas a las cavidades en las que no creció ninguna.

Se recomienda hacer el trasplante o repique cuando la planta tenga una altura de 5 centímetros, y debe realizarse con guantes para evitar el marchitamiento de la planta.

El **desahije** consiste en sacar de la cavidad una planta, si es que en la cavidad hay más de dos, para evitar que las plantas crezcan débiles e impedir la competencia de nutrientes entre ellas. Se sugiere realizarlo una vez que las raíces de la planta que se va a repicar estén perfectamente arraigadas en el sustrato.



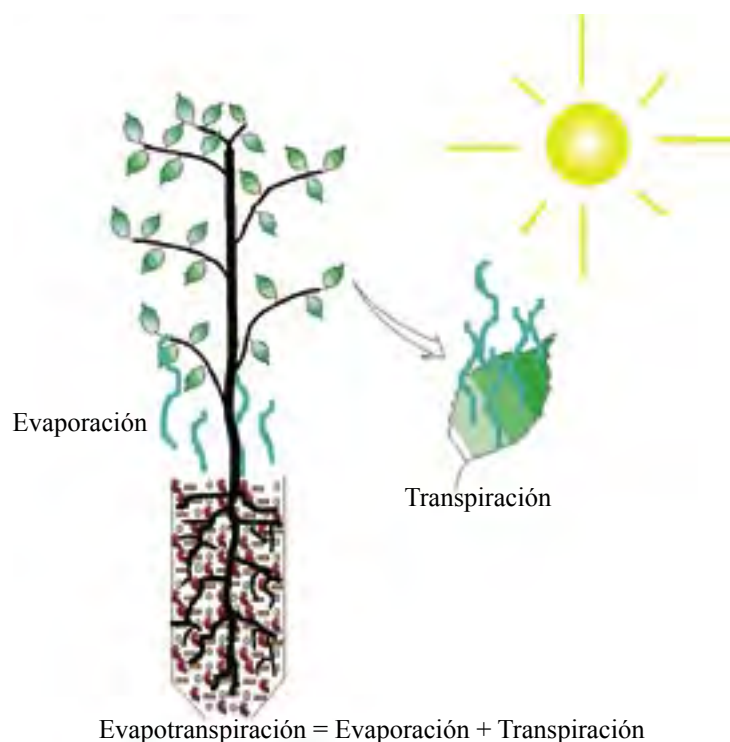
Fotografía 25.  
**Repique y desahije del pino michoacana.**

## XVI. Riego

Hoy en día los sistemas de riego presurizados o de bajo volumen son un medio eficiente y conveniente para aplicar las porciones de agua directamente en el suelo a lo largo de un lateral. Un sistema de riego presurizado ofrece especiales ventajas agronómicas, agrotécnicas y económicas por el uso eficiente del agua y de la mano de obra.

### Conceptos de riego

- **Evapotranspiración** es la cantidad de agua utilizada por la planta para realizar sus funciones de transpiración, más el agua que se evapora de la superficie del suelo en el cual se desarrolla.
- El **uso consuntivo** está formado por la evapotranspiración más el agua que utilizan las plantas en la formación de sus tejidos durante todo el ciclo vegetativo de los cultivos, que significa aproximadamente 1% del agua total utilizada.
- $\text{Evapotranspiración (Et)} = \text{Uso consuntivo (Uc)} = \text{Agua que se evapora del suelo} + \text{Agua transpirada por las plantas} + \text{Agua utilizada para la construcción de tejidos.}$



### Factores que afectan a la Et

#### ■ Hídricos

- Calidad y disponibilidad de agua
- Método de riego
- Eficiencia de riego
- Drenaje

#### ■ Edáficos

- Propiedades físicas y químicas

#### ■ Vegetales

- Variedad
- Especie
- Ciclo vegetativo
- Edad
- Características morfológicas del estoma

#### ■ Climáticos

- Temperatura
- HR
- Viento
- Radiación solar

### Cuánto regar

#### ■ Requerimiento de riego

$$R_r = E_t + R_1 - P_e$$

$R_r$  = Requerimiento de riego

$E_t$  = Evapotranspiración

$R_1$  = Requerimiento de lavado

$P_e$  = Precipitación efectiva

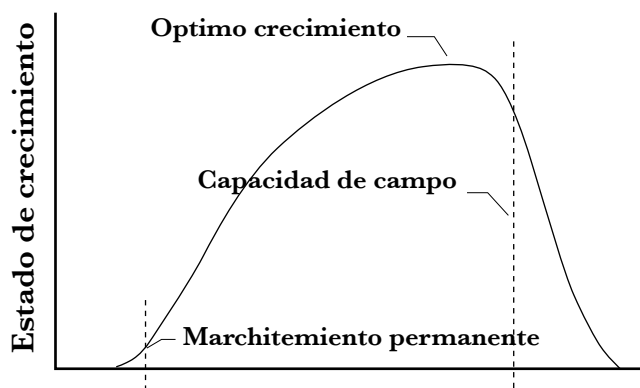
#### ■ Depende de:

- Sustrato
- Método de riego
- Especie
- Clima

### Cuándo regar

#### ■ Factores a determinar

- La necesidad de agua por la planta
- La disponibilidad de agua para el riego
- La cantidad de la zona radicular para almacenar el agua



### Frecuencia de riego

#### ■ Frecuencia constante y dotación variable

#### ■ Frecuencia variable y dotación constante

### Métodos para determinar la humedad

#### ■ Tensiómetros

#### ■ Bloques de resistencia

#### ■ Color de planta

#### ■ Movimiento y crecimiento de las hojas

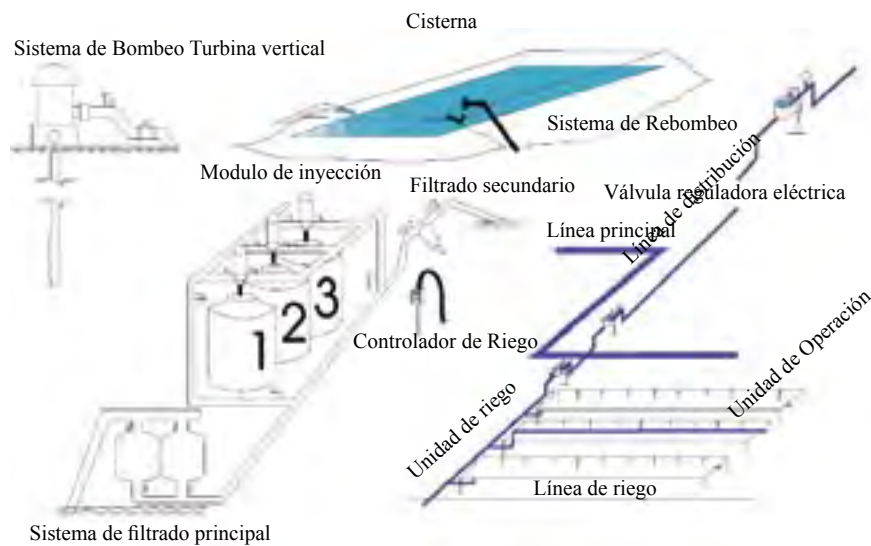


*Métodos utilizados por viveristas*

Método	Porcentaje (%)
Peso del contenedor	48
Táctil y visual	33
Medidores comerciales	8
Combinación de métodos	11

*Sistemas de riego*

- Partes del sistema
- Bomba
- Tuberías
- Cabezal principal
- Filtrado
- Emisores
- Datos básicos



## XVII. Fertirrigación

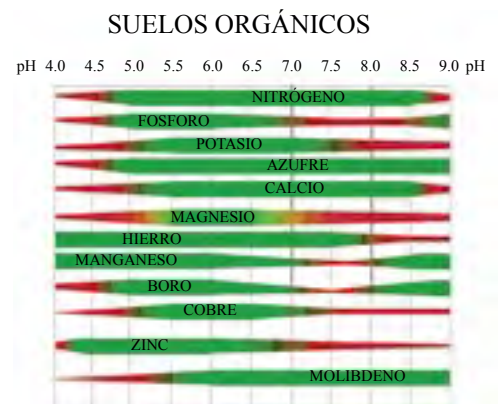
La fertilización se divide en tres etapas durante la producción en vivero: en la primera, denominada *iniciación*, se aplica la fórmula 7-40-17; la segunda, *desarrollo*, con la fórmula 20-7-19, y la tercera, *finalización o lignificación*, con la fórmula 4-25-35. Este fertilizante se aplica por medio del sistema de riego por microaspersión a través de inyectores. Para cada etapa los fertilizantes se preparan a una concentración (partes por millón) de acuerdo con el tamaño de la planta.

Los factores que intervienen son los siguientes:

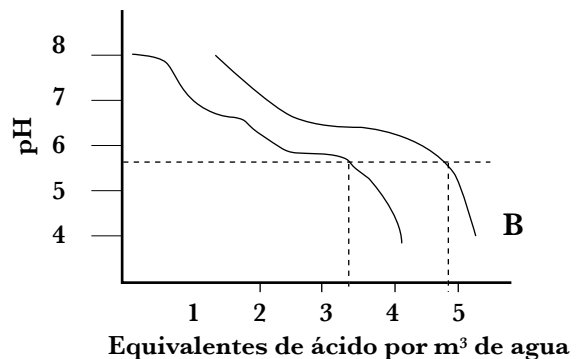
- PH
- Conductividad eléctrica
- Solución madre
- Partes por millón
- Sistemas de inyección
- Cálculo de soluciones
- Corrección PH

El PH es una medida del estado ácido-base de una solución.

$$\text{PH} = -\text{Log}(\text{H}^+)$$



Punto recomendable: 5.8 en soluciones fertilizadoras.



## **Términos técnicos**

*Resistencia eléctrica (RE).* La resistencia eléctrica es la oposición que presenta un conducto metálico o electrolítico de 1 cm de largo y 1 cm<sup>2</sup> de área transversal al paso de la corriente eléctrica. Se expresa en Omhs por centímetro.

*Conductividad eléctrica (CE).* Es la recíproca de la resistencia eléctrica y se expresa en mhos por centímetro.

$CE \times 10^3 =$  milimhos/cm, utilizada en salinidad.

$CE \times 10^6 =$  micromhos/cm, en agua.

*Solución madre.* Solución más concentrada que la solución que está en contacto con el sustrato y el sistema radicular de la planta.

*Partes por millón (ppm).* Ésta es una unidad que se utiliza para el manejo de nutrientes, no de fertilizante vía sistema de riego. 1 mg/litro = 1 ppm

## *XVIII. Cálculo de Fertilizantes*

Como se mencionó en el acápite anterior, la fertilización se divide en tres etapas durante la producción en vivero, cada una con sus fórmulas respectivas. A continuación se calculará el fertilizante total para cada la etapa con base en la información que presenta el vivero forestal militar de Jamay.

### **Primera etapa**

Para la etapa de iniciación (7-40-17), de acuerdo con el ciclo de la planta y la experiencia en el vivero, comprende en promedio seis semanas, considerando que en cada semana se realiza al fertilización durante 6 días, haciendo un total de 36 días de fertilización en todo el periodo. Si por día se hace esta tarea durante 15 minutos diarios, tendremos un tiempo total de riego de fertilización de 540 minutos.

De acuerdo con algunas pruebas que se ha determinado para el cálculo del gasto total en una unidad de riego (de 25 m de ancho y 42 m de largo), el resultado es de 272.77 litros por minuto. Si multiplicamos los minutos de fertilización por el gasto, obtendremos un volumen total de agua de 147 295.8 litros. En esta etapa se fertilizó a una concentración de 50 partes por millón (ppm). Para el cálculo de fertilizando se usó el siguiente:

### *Procedimiento*

Si 1 ppm = 1 mg/l, entonces 50 ppm = 50 mg/l. Si tenemos una fuente de Nitrógeno (N) que nos proporciona sólo 7% (7-40-17) de este elemento, hay que dividir los miligramos que requerimos entre la concentración de N en el fertilizante.

Así, 50 mg/l dividido entre 0.07 = 714.3 mg de fertilizante por litro de solución. Si queremos convertir mg/l a gr/l aplicamos una regla de tres:

Si 1,000 mg = 1 gr

714.3 mg = x

x = 0.71 gr

Por lo tanto, para una concentración de 50 ppm de N, con el fertilizante 7-40-17 se requiere aplicar 0.71 gr del fertilizante para preparar 1 litro de solución.

#### *Requerimiento de fertilizante para un dosificador 1:100*

Si el dosificador nos indica que por cada 100 litros de agua que inyecta, introduce 1 litro de solución madre, ¿cuanto fertilizante habrá que aplicarse para mantener la concentración de 50 ppm de N?

Si se necesita 0.71 gr de fertilizante para un litro de solución, entonces para mantener la concentración en 100 litros de agua hay que multiplicar por 100. Así:  $(0.71 \text{ gr}) \times (100) = 71.00 \text{ gr}$  de fertilizante por litro de solución madre.

Si se necesitan 147 295.8 litros de agua y si tenemos un dosificador 1:100 -como se mencionó anteriormente, hay que considerar que por cada 100 litros de agua que pasa por el inyector succiona un litro de solución madre- entonces se dividen 147 295.8 litros de agua en 100 (por el dosificador): tendríamos que preparar 1 472.9 litros de solución madre. Sólo hay que multiplicar los 71 gr/l por los 1 472.9 litros:

$$(71 \text{ gr/l}) \times (1\,472.9 \text{ lts}) = 104\,580.0 \text{ gr} = 104.5 \text{ kg de fertilizante.}$$

Se necesitan 104.5 kilogramos de fertilizante para una unidad de riego de 25 m de ancho y 42 m de largo, con 10 mesas portacharola de 2.1 m de ancho y 42 m de largo cada una. En cada mesa caben 420 charolas; si multiplicamos por 10, tenemos 4 200 charolas en total.

Los tiempos de riego dados inicialmente fueron observados en charolas de 77 cavidades, entonces tenemos 323 400 plantas en la unidad de riego. Lo anterior nos dice que ocupamos 104.5 kg de fertilizante (7-40-17) para 323 400 plantas. Dividiendo el número total de plantas entre el número total de fertilizante, ¿cuántas plantas se fertilizan por kilo? 3 094 plantas por kilogramo.

En general, si deseamos producir un millón de plantas y sabemos que con un kilo se fertilizan 3 094, haciendo una regla de tres obtenemos el resultado:

Si 3 094 plantas = 1 kg de fertilizante (7-40-17)

$$\frac{1\ 000\ 000\ \text{plantas}}{3\ 094} = x$$

x = 323.2 kg de fertilizante (7-40-17)

Si cada bulto de fertilizante trae 11.34 kg, entonces necesitamos 28.5 bultos de fertilizante para producir el millón de planta.

## Segunda etapa

La etapa de desarrollo (20-7-19), de acuerdo con el ciclo de la planta y la experiencia en el vivero, comprende 6 semanas. A la semana se fertiliza durante seis días, sumando un total de 36 días de fertilización; si por día se fertiliza 30 minutos, tenemos un tiempo total de riego de fertilización de 1 080 minutos en este periodo.

El gasto total en una unidad de riego de 25 m de ancho y 42 m de largo es de 272.77 litros/min; si multiplicamos los minutos de fertilización por el gasto obtendremos un volumen total de agua de 294 591.6 litros. En esta etapa se fertilizó a una concentración de 120 partes por millón (ppm), usándose el siguiente procedimiento para el cálculo de fertilizante:

### Procedimiento

Si 1 ppm = 1 mg/l, entonces 120 ppm = 120 mg/l. Si tenemos una fuente de Nitrógeno (N) que nos proporciona sólo 20% (20-7-19) de este elemento, hay que dividir los mg que requerimos entre la concentración de N en el fertilizante.

De esta manera, 120 mg/l divididos entre 0.2 = 600 mg de fertilizante por litro de solución.

Si queremos convertir mg/l a gr/l, aplicamos una regla de tres:

$$\text{Si } 1\,000\ \text{mg} = 1\ \text{gr}$$

$$\frac{600\ \text{mg}}{1\,000} = \frac{x}{1\,000}$$

$$x = 0.60\ \text{gr}$$

Por lo tanto, para una concentración de 120 ppm de N, con el fertilizante 20-7-19 se requiere aplicar 0.60 gr del fertilizante para preparar 1 litro de solución.

### *Requerimiento de fertilizante para un dosificador 1:100*

Si el dosificador nos indica que por cada 100 litros de agua que inyecta, introduce 1 litro de solución madre, ¿cuánto fertilizante habrá que aplicarse para mantener la concentración de 120 ppm de N?

Como se necesita 0.71 gr de fertilizante para un litro de solución, para mantener la concentración en 100 litros de hay que multiplicar por 100.

$(0.60 \text{ gr}) \cdot (100) = 60.00 \text{ gr}$  de fertilizante por litro de solución madre.

Si se necesitan 294 591.6 litros de agua y si tenemos un dosificador 1:100 —como se mencionó anteriormente, hay que considerar que por cada 100 litros de agua que pasa por el inyector succiona un litro de solución madre—, entonces ocupamos 294 591.6 litros de agua que se dividen en 100 (por el dosificador), por lo cual tendríamos que preparar 2 945.9 litros de solución madre. Sólo hay que multiplicar los 60 gr/l por los 2 945.9 litros:  $(60 \text{ gr/l}) \cdot (2,945.9 \text{ lts}) = 176,754 \text{ gr} = 176.75 \text{ kg}$  de fertilizante.

Se requieren 176.75 kilos de fertilizante para una unidad de riego de 25 m ancho y 42 m de largo, con 10 mesas porta-charola de 2.1 m de ancho y 42 m de largo cada una. En cada mesa caben 420 charolas; si multiplicamos por 10 tenemos 4 200 charolas en total.

Los tiempos de riego dados inicialmente fueron observados en charolas de 77 cavidades; entonces tenemos 323 400 plantas en la unidad de riego. Lo anterior nos dice que ocupamos 176.75 kg de fertilizante (20-7-19) para 323 400 plantas. Dividiendo el número total de plantas entre el número total de fertilizante obtenemos cuántas plantas se fertilizaron por kilo (1 829 plantas/kg).

En general, si deseamos producir un millón de planta y sabemos que con un kilo se fertilizaron 1 829 plantas, haciendo una regla de tres obtengo el resultado:

Si 1 829 plantas = 1 kg de fertilizante (20-7-19)

$$\frac{1\ 000\ 000\ \text{plantas}}{1\ 829} = x$$

x = 546.74 kg de fertilizante (20-7-19)

Si cada bulto de fertilizante trae 11.34 kg, entonces necesitamos 48.2 bultos de fertilizante para producir un millón de plantas.

### **Tercera etapa**

La etapa de finalización (4-25-35), de acuerdo al ciclo de la planta y la experiencia en el vivero, comprende 9 semanas. A la semana se fertiliza durante 6 días, dando un total de 54 días de fertilización; si por día se fertiliza 35 minutos diarios, el tiempo total de riego de fertilización es de 1 890 minutos.

El gasto total en una unidad de riego (de 25 m de ancho y 42 m de largo) es de 272.77 litros/min. Si multiplicamos los minutos de fertilización por el gasto obtendremos un volumen total de agua de 515 535.3 litros. En esta etapa se fertilizó a una concentración de 50 partes por millón (ppm), utilizándose el siguiente procedimiento para el cálculo de fertilizante:

#### *Procedimiento*

Si 1 ppm = 1 mg/l, entonces 50 ppm = 50 mg/l. Si tenemos una fuente de Nitrógeno (N) que nos proporciona sólo 4% (4-25-35) de este elemento, hay que dividir los mg que requerimos entre la concentración de N en el fertilizante.

Así, 50 mg/l divididos entre 0.04 = 1 250 mg de fertilizante por litro de solución.

Si queremos convertir mg/l a gr/l, aplicamos una regla de tres:

Si 1 000 mg = 1 gr

$$\frac{1\ 250\ \text{mg}}{1\ 000} = x$$

x = 1.25 gr

Por lo tanto, para una concentración de 50 ppm de N, con el fertilizante 4-25-35 se requiere aplicar 1.25 gr del fertilizante para preparar 1 litro de solución.



### *Requerimiento de fertilizante para un dosificador 1:100*

En caso de que el dosificador nos indica que por cada 100 litros de agua que inyecta, introduce 1 litro de solución madre, ¿cuánto fertilizante habrá que aplicarse para mantener la concentración de 50 ppm de N? Esta pregunta se responde de la siguiente manera: Si se necesita 1.25 gr de fertilizante para un litro de solución, para mantener la concentración en 100 litros de hay que multiplicar por 100. De esta manera,  $(1.25 \text{ gr}) \cdot (100) = 125.00 \text{ gr}$  de fertilizante por litro de solución madre.

Si se requieren 515 535.3 litros de agua y si tenemos un dosificador 1:100 -recordando que por cada 100 litros de agua que pasa por el inyector se succiona un litro de solución madre-, dividimos 515 535.3 litros de agua en 100 (por el dosificador): tendríamos que preparar 5 155.3 litros de solución madre. Sólo hay que multiplicar los 125 gr/l por los 5 155.3 litros. A saber:

$$(125 \text{ gr/l}) \cdot (5 \text{ 155.3 lt}) = 644 \text{ 412.5 gr} = 644.4 \text{ kg de fertilizante.}$$

Se requieren 644.4 kg de fertilizante para una unidad de riego de 25 m ancho y 42 m de largo, con 10 mesas porta-charola de 2.1 m de ancho y 42 m de largo cada una. En cada mesa caben 420 charolas; si multiplicamos por 10, tenemos 4 200 charolas en total.

Los tiempos de riego dados inicialmente fueron observados en charolas de 77 cavidades, por lo cual tenemos 323 400 plantas en la unidad de riego. Esto indica que ocupamos 644.4 kg de fertilizante (4-25-35) para 323 400 plantas, dividiendo el número total de plantas entre el número total de fertilizante obtenemos cuántas plantas se fertilizaron por kilo (502 plantas/kg).

En general, si deseamos producir un millón de planta y sabemos que con un kilo se fertilizaron 502 plantas, haciendo una regla de tres se que obtiene :

Si 502 plantas = 1 kg de fertilizante (4-25-35)

$$\frac{1 \text{ 000 000 plantas}}{x} = \frac{1 \text{ kg de fertilizante}}{502 \text{ plantas}}$$

$$x = 1992 \text{ kg de fertilizante (4-25-35)}$$

Si cada bulto de fertilizante trae 11.34 kg, entonces necesitamos 175.6 bultos de fertilizante para producir un millón de plantas.

En el siguiente cuadro resumen se presenta el total de fertilizante para la producción del ciclo 2002-20003, de acuerdo con los cálculos desarrollados anteriormente.

Especie	Meta de producción	Cantidad de fertilizante por etapa		
		1ª etapa (7-40-17) bultos = 11.34 kg	2ª etapa (20-7-19) bultos = 11.34 kg	3ª etapa (4-25-35) bultos = 11.34 kg
Pino michoacana	1'420,000	41	69	249
Pino cembroides	180,000	5	9	32
Tepeguaje	100,000	3	5	17
Guamúchil	100,000	3	5	18
Guaje	150,000	4	7	26
Rosa panal	1'000,000	29	48	175
Palo dulce	1'750,000	50	85	308
Sabino	50,000	1	2	9
Mezquite	250,000	8	12.5	43
Total	5'000,000	143	242	877

















**ESPECIE: GUAMUCHIL**

		PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN ( 2004-2005 )																															
		FEBRERO		MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO														
SECCIÓN	CAMAS	ESPECIE	FECHA DE SIEMBRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19											
<b>III</b>	1, 3 y 5	GUAMUCHIL	Del 14 al 19 de marzo																														
			Germinación (sólo agua)		X	X	X																										
			Crecimiento inicial (7-40-17)	25 p.p.m.				X																									
			Crecimiento rápido (20-7-19)	30 p.p.m.					X	X																							
			Endurecimiento o Lignificación (4-25-35)	40 p.p.m.							X	X																					
			Finalizador (agua)	50 p.p.m.										X	X																		

Nota: El Guamúchil estuvo listo para la reforestación a partir del 15 de Julio de 2005.



## *XIX. Cálculo del Coeficiente de Uniformidad (CU) para Revisar la Uniformidad del Riego en Vivero*

La prueba del coeficiente de uniformidad (CU) es una herramienta excelente que el viverista puede usar para evaluar la uniformidad de su sistema de riego en el vivero. Es útil para medir la uniformidad de cualquier sistema comparado con un estándar al 85%. Como el 100% es imposible de obtener, 85% es aceptable y menos del 50% es inaceptable. Esta prueba puede ser realizada en sistemas de riego fijos o móviles.

### *Procedimiento*

1. Coloque los recipientes en cuadrícula en una de las camas del vivero donde se requiere hacer la prueba. Numere los recipientes y haga un croquis de su localización dentro del área de prueba. Los envases pueden ser latas de comida o cualquier otro envase de diámetro uniforme.
2. Ponga en operación el sistema de riego por un tiempo suficiente para obtener un volumen de agua medible en todos los recipientes. El tiempo dependerá de las características de uniformidad y descarga.
3. Colecte los recipientes y anote el volumen del recipiente en cada uno de los sitios donde fueron colocados.
4. Calcule el CU de las muestra obtenidas por medio de la siguiente formula:

$$cu = 100 \left[ 1 - \left( \frac{B}{A} \right) \right]$$

En donde:

A = Suma del volumen de agua total colectada.

B = La suma de las desviaciones entre el volumen individual y el volumen medio (ignore el signo +/-).

5. Evalúe los resultados de la prueba CU. Valores calculados menores a 85%, que es el mínimo aceptable, indica problemas en la uniformidad del riego. Un resultado menor a 50 indica que se requieren grandes modificaciones en el sistema instalado para asegurar la uniformidad de riego.

## *XX. Procedimiento para la Reducción del PH en el Agua de Riego Utilizada en Vivero*

La calidad del agua es un factor importante en el manejo de riego y aplicación de nutrientes a las plantas. El PH es una medida de la acidez del agua.

El PH óptimo para la producción de plantas de coníferas (principalmente pinos) es de 5.5, en tanto que para latifoliadas un PH óptimo oscila entre 6 y 6.5. Muchos viveros de nuestro país usan agua de riego con un PH por arriba de estos valores. Aunque en la escala normal de PH —que va de 0 a 14— el valor de 7 se considera neutro, en la producción de plantas este valor ya se considera alcalino. El agua de riego con PH alcalino puede provocar precipitación de calcio, magnesio y fierro, lo que a su vez puede provocar el taponamiento de los aspersores.

El problema de la alcalinidad en el agua de riego puede corregirse con una inyección de ácido; sin embargo los iones específicos que estén presentes en el agua de riego del vivero pueden afectar la capacidad de amortiguamiento del agua. Dependiendo de la capacidad de amortiguamiento, será el impacto de la cantidad de ácido necesario para ajustar el PH. Por lo tanto, cada vivero deberá realizar sus propios experimentos para lograr el nivel adecuado.

El método más común para la reducción del PH es mediante la inyección de ácido concentrado en el sistema de riego. Por su bajo costo, para reducir el PH pueden utilizarse ácidos como el fosfórico ( $H_3PO_4$ ) y el sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

### *Procedimiento*

1. Haga una solución diluida de ácido. Para un factor de dilución de 1 000 ppm de ácido, se debe agregar 1 ml de ácido fosfórico concentrado al 85% a 999 ml de agua destilada.
2. Tome una muestra de agua del sistema de riego y colóquela en un recipiente de vidrio. Puede tomar de una o más secciones de riego, mezclarlas y de ahí extraer la muestra. De ésta, vierta 100 ml en matraz.

3. Haga la titulación agregando con pipeta la solución diluida a la muestra de agua de riego, hasta que se registre el cambio de PH a nivel deseado. Durante la titulación la muestra se deberá agitar permanentemente.

4. Determine el requerimiento de ácido por litro de agua y los requerimientos para el depósito del dosificador de acuerdo con la proporción (dosificador 1:100 o 1:200).