



COMISION NACIONAL FORESTAL
COORDINACION GENERAL DE CONSERVACION Y RESTAURACION
GERENCIA DEL PROGRAMA NACIONAL DE REFORESTACION
SUBGERENCIA DE PRODUCCION

**“PROCEDIMIENTOS Y CALCULOS BASICOS,
UTILES EN LA OPERACION DE VIVEROS QUE
PRODUCEN EN CONTENEDOR”**

ING. REBECA ALDANA BARAJAS
ING. MANUEL AGUILERA RODRÍGUEZ

GUADALAJARA, JAL.
MARZO DE 2003

CONTENIDO

	PÁGINA
I. PRESENTACIÓN	2
II. AGRADECIMIENTOS	3
III. PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN	4
IV. CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE FERTILIZANTES	9
V. CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE SUSTRATO	12
VI. CÁLCULO DE LA POROSIDAD DEL SUSTRATO	17
VII. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU) DEL SISTEMA DE RIEGO	20
VIII. REGULACIÓN DEL pH EN EL AGUA DE RIEGO	26
IX. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL DOSIFICADOR	29
X. SUPERVISIÓN DE LA SALINIDAD	32
XI. COSTOS DE PRODUCCIÓN	34
XII. LITERATURA CONSULTADA	41
XIII. ANEXOS	42

I. PRESENTACIÓN

La producción de planta de calidad es el objetivo que todo vivero y todo viverista quiere alcanzar. Producir planta que reúna las características de calidad, también es una premisa que ha sido planteada como una estrategia para el logro de los objetivos del PRONARE. Pero, ¿qué necesitamos para obtener esa codiciada planta de calidad? Varios son los aspectos que deben considerarse.

Una de las líneas que el PRONARE, a lo largo de sus diferentes etapas ha venido desarrollando, ha sido la transformación tecnológica de los viveros, entendida ésta como la introducción de insumos, materiales y técnicas que llevan a hacer intensivo el cultivo de la planta en el vivero. Como dato histórico, hay que mencionar que es a partir de 1993 cuando en los viveros forestales militares de Jalisco (dentro del programa de Solidaridad Forestal), se produce planta de manera intensiva y a gran escala (22.5 millones de plantas), utilizando un proceso mecanizado de mezcla de sustratos, llenado y siembra de charolas; se introduce un paquete tecnológico de producción de planta en vivero que implicaba el uso de sustratos “artificiales” y la utilización de contenedores de poliestireno expandido con paredes de las cavidades cubiertas con cobre. A partir de aquí, se inicia un proceso de cambio en las técnicas de producción en viveros forestales, no solo de los viveros militares, sino también de los viveros civiles, aunque en estos últimos el proceso ha sido más lento, no obstante, a últimas fechas se ha visto intensificado.

En estos momentos, y consecuentemente con las estrategias enmarcadas para el PRONARE bajo el marco actual de la CONAFOR, se está dando un gran impulso a la transformación de los viveros, tal es así que 21 viveros militares se están transformando para producir planta en contenedores de poliestireno expandido, adicionales a los que ya venían operando con este sistema, por lo que al finalizar este año, se espera que más del 80% de la producción de SEDENA sea en contenedor. En este mismo proceso se encuentran varios de los viveros civiles, tanto de la misma CONAFOR, como de gobiernos estatales y de Organizaciones Sociales.

Estos cambios que se están desarrollando llevan aparejada la necesidad de capacitación y asistencia técnica al personal que finalmente será responsable de la operación de los viveros. En este sentido, personal técnico del PRONARE nos hemos dado a la tarea de integrar el presente trabajo con el propósito de ofrecer una herramienta de apoyo a los responsables de operar los viveros que se transforman, de ser un manual lo más puntual y práctico posible, presentando aspectos muy prácticos y que cotidianamente tendrán que desarrollarse en el vivero. Esperamos sea de utilidad.

Todo comentario referente al presente trabajo será bien recibido y de antemano se agradece, solicitando se hagan llegar los mismos a los responsables para que se lleven a cabo los ajustes, aclaraciones o ampliaciones a que haya lugar.

II. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la entusiasta participación del personal de los **Viveros Forestales Militares de Sayula y Jamay, Jalisco**, quienes nos dieron todas las facilidades y el apoyo en materiales, personal y equipo para el desarrollo de las prácticas, compartiendo con nosotros su experiencia.

Especialmente el agradecimiento al **Mayor de Cab. José Set Rosas Bautista** y al **Cap. 1° Cab. Jesús Gustavo Gutiérrez González**, Jefes de los viveros Sayula y Jamay respectivamente, y a los **Ings. Juan Basurto Correa, Fidencio Ortega Márquez**, técnicos del vivero Sayula, y al **Ing. Jacobo Rentería Landeros**, técnico del vivero Jamay, por su paciencia, su interés y disponibilidad. Gracias.

Por parte del **personal del PRONARE**, colaboraron en la realización de las prácticas los **Ings. Fernando Miranda Piedragil, Miguel Herrera Reyes y Francisco Javier Cabrales Castellanos**, a quienes se les agradece su entusiasta participación y apoyo.

III. PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

PROGRAMA DE FERTILIZACION PARA CONIFERAS DE CRECIMIENTO LENTO (CESPITAZAS)¹

FASE DE DESARROLLO	ETAPA DE APLICACION	DURACIÓN (Semanas)	FERTILIZANTE (Fórmula) ⁺	CONCENTRACIÓN RECOMENDADA DE N (ppm)	Gr/Litro Sin dosificador	Gr/Litro (Con dosificador 1:100)	FERTILIZANTES PARA DIFERENTES CANTIDADES DE "SOLUCION MADRE" (Kg)					
							10 L	20 L	30 L	40 L	50 L	
GERMINACION		1 ^a – 4 ^a	Sin fertilizante									
CRECIMIENTO INICIAL		5 ^a – 12 ^a	7-40-17	75	1.07	107.14	1.071	2.143	3.214	4.285	5.357	
CRECIMIENTO RAPIDO	1 ^a	13 ^a – 16 ^a	20-7-19	100	0.50	50.00	0.500	1.000	1.500	2.000	3.250	
	2 ^a	17 ^a – 22 ^a	20-7-19	120	0.60	60.00	0.600	1.200	1.800	2.400	3.000	
ENDURECIMIENTO O LIGNIFICACION	1 ^a	23 ^a – 27 ^a	4-25-35	50	1.25	125.00	1.250	2.500	3.750	5.000	6.250	
	2 ^a	28 ^a – 30 ^a	4-25-35	40	1.00	100.00	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	
	3 ^a	31 ^a – 33 ^a	4-25-35	30	0.75	75.00	0.750	1.500	2.225	3.000	3.750	

⁺ Fertilizantes Peters®

¹ Tomado del programa de fertilización aplicado en el Vivero Forestal Militar de Sayula, Jal.

PROGRAMA DE FERTILIZACION PARA CONIFERAS DE CRECIMIENTO RÁPIDO²

FASE DE DESARROLLO	ETAPA DE APLICACION	DURACIÓN (Semanas)	FERTILIZANTE (Fórmula) ⁺	CONCENTRACIÓN RECOMENDADA DE N (ppm)	Gr/Litro Sin dosificador	Gr/Litro (Con dosificador 1:100)	FERTILIZANTES PARA DIFERENTES CANTIDADES DE SOLUCION MADRE (Kg)				
							10 L	20 L	30 L	40 L	50 L
GERMINACION	1 ^a	1 ^a – 3 ^a	Sin fertilizante								
CRECIMIENTO INICIAL	1 ^a	4 ^a – 6 ^a	7-40-17	50	0.71	71.00	0.710	1.420	2.130	2.840	3.550
	2 ^a	7 ^a – 9 ^a	7-40-17	75	1.07	107.10	1.071	2.142	3.213	4.284	5.355
CRECIMIENTO RAPIDO	1 ^a	10 ^a – 15 ^a	20-7-19	120	0.60	60.00	0.600	1.200	1.800	2.400	3.000
ENDURECIMIENTO O LIGNIFICACION	1 ^a	16 ^a – 24 ^a	4-25-35	40	1.00	100.00	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000

⁺ Fertilizantes Peters®

² Tomado del programa de fertilización aplicado en el Vivero Forestal Militar de Sayula, Jal.

PROGRAMA DE FERTILIZACION PARA ESPECIES FORESTALES TROPICALES³

FASE DE DESARROLLO	ETAPA DE APLICACIÓN	DURACIÓN (Semanas)	FERTILIZANTE (Fórmula)*	CONCENTRACIÓN RECOMENDADA DE N (ppm)	Gr/Litro Sin dosificador	Gr/Litro (Con dosificador 1:100)	FERTILIZANTES PARA DIFERENTES CANTIDADES DE SOLUCION MADRE (Kg)					
							10 L	20 L	30 L	40 L	50 L	
GERMINACION	1 ^a	1 ^a - 2 ^a	Sin fertilizante									
CRECIMIENTO INICIAL	1 ^a	3 ^a - 5 ^a	9-30-25	25	0.28	28.00	0.280	0.560	0.840	1.120	1.400	
CRECIMIENTO RAPIDO	1 ^a	6 ^a - 8 ^a	20-20-20	50	0.25	25.00	0.250	0.500	0.750	1.000	1.250	
ENDURECIMIENTO O LIGNIFICACION	1 ^a	9 ^a - 10 ^a	9-30-25	50	0.56	56.00	0.560	1.120	1.680	2.240	2.800	
	2 ^a	11 ^a - 12 ^a	9-30-25	50	0.56	56.00	0.560	1.120	1.680	2.240	2.800	
			0-52-34	0	0.30	30.00	0.300	0.600	0.900	1.200	1.500	

*Fertilizantes Champion®

³ Tomado del programa de fertilización que aplican los viveros FIPRODEFO en Jalisco

PROGRAMA DE FERTILIZACION PARA ESPECIES FORESTALES TROPICALES⁴

FASE DE DESARROLLO	ETAPA DE APLICACIÓN	DURACIÓN (Semanas)	FERTILIZANTE (Fórmula) ⁺	CONCENTRACIÓN RECOMENDADA DE N (ppm)	Gr/Litro Sin dosificador	Gr/Litro (Con dosificador 1:100)	FERTILIZANTES PARA DIFERENTES CANTIDADES DE SOLUCION MADRE (Kg)					
							10 L	20 L	30 L	40 L	50 L	
GERMINACION	1 ^a	1 ^a - 3 ^a	Sin fertilizante									
CRECIMIENTO INICIAL	1 ^a	4 ^a - 6 ^a	7-40-17	25	0.35	35.71	0.357	0.714	1.071	1.428	1.785	
CRECIMIENTO RAPIDO	1 ^a	7 ^a - 10 ^a	20-7-19	50	0.25	25.00	0.250	0.500	0.750	1.000	1.250	
ENDURECIMIENTO O LIGNIFICACION	1 ^a	11 ^a - 13 ^a	4-25-35	50	1.25	125.00	1.250	2.500	3.750	5.000	6.250	
	2 ^a	14 ^a - 16 ^a	Sin fertilizante									

⁺ Fertilizantes Peters®

⁴ Programa propuesto por PRONARE-CONAFOR utilizando fertilizantes Peters®

IV. CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE FERTILIZANTES

a) *Cálculo de requerimientos de fertilizante para una formulación determinada y una concentración (ppm) de N dada.*

Principio. En soluciones acuosas: 1 ppm = 1mg / litro (puesto que un litro de agua = 1 kg, por lo tanto, 1 mg / kg = 1 ppm)

EJEMPLO:

Calcular los requerimientos de fertilizante que debe aplicarse por litro de agua para la fase de crecimiento rápido. Hacer el cálculo sin y con dosificador 1:100. El fertilizante a utilizar será Peters® 20-7-19, requiriéndose la aplicación de 120 ppm de N.

Procedimiento:

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

120 mg/l dividido entre 0.20 = 600 mg de fertilizante por litro de solución.

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

$$\begin{array}{l} \text{Si } 1,000 \text{ mg} = 1 \text{ gr} \\ 600 \text{ mg} = X \end{array} \qquad X = \frac{(600 \text{ mg}) (1 \text{ gr})}{1,000 \text{ mg}} = 0.60 \text{ gr}$$

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.

Requerimientos de fertilizante para un dosificador 1:100:

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

Si se necesitan 0.60 gr de fertilizante para un litro de solución, para mantener la concentración en 100 litros hay que multiplicar por 100, así: **(0.60 gr) x (100) = 60.00 gr de fertilizante por litro de solución madre.**

Si quiere preparar 10 litros de solución madre, sólo hay que multiplicar los 60gr/l por los 10 litros, a saber:

(60.00 gr/l) x (10 lts) = 600.00 gr = 0.60 Kg de fertilizante para 10 litros de solución madre para un dosificador 1:100.

b) Cálculo de requerimientos de fertilizante para una producción dada.

Se tomará como base el consumo histórico del **Vivero Forestal Militar de Sayula, Jalisco**, en el entendido que hay otros procedimientos con mayor precisión pero que involucran la determinación de los tiempos de riego y gastos.

En forma práctica, se recomienda ir a las tablas resumen de costos y de ahí tomar la información para realizar el cálculo.

EJEMPLO:

Calcular la cantidad de fertilizante iniciador que se requiere para la producción de 100,000 plantas a producir en charolas de 77 cavidades.

De las tablas de costos, dice que para el fertilizante iniciador de la fórmula 7-40-7, que será aplicado durante 6 semanas, **1 kg** alcanza para cubrir a **3,042 plantas**, si nosotros requerimos fertilizar a 100,000 plantas, necesitaremos X cantidad de fertilizante, dato que obtendremos mediante la siguiente operación.

$$\begin{aligned} 3,042 \text{ plantas} &= 1 \text{ kg de fertilizante} \\ 100,000 \text{ plantas} &= X \text{ cantidad de fertilizante} \end{aligned}$$

$$X = \frac{(100,000 \text{ plantas}) (1 \text{ kg de fertilizante})}{3,042 \text{ plantas}}$$

$$\mathbf{X = 32.87 \text{ kg de fertilizante iniciador}}$$

A esta cantidad hay que agregar un 5% previniendo pérdidas de manejo, por lo tanto, la cantidad final que necesitamos comprar será de: $(32.87) \times 1.05 = 34.51 \text{ kg}$

Si el fertilizante viene en sacos de 25 libras cada uno, para los 34.51 kg que necesitamos, deberemos comprar:

$$\begin{aligned} 1 \text{ libra} &= 0.4536 \text{ kg} \\ 25 \text{ libras} &= X, \quad \text{donde } X = [(25 \text{ libras}) (0.4536 \text{ kg})] / 1 \text{ libra} \end{aligned}$$

$$\mathbf{X = 11.34 \text{ kg}}$$

Si cada saco de 25 libras trae 11.34 kg de fertilizante y necesitamos 34.51 kg, entonces requeriremos adquirir: $(34.51 \text{ kg}) / 11.34 \text{ kg} = \mathbf{3 \text{ sacos de fertilizante de 25 libras cada uno}}$.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

- ❖ En virtud de que la producción de planta en contenedores utiliza como medio de crecimiento sustratos inertes o “artificiales”, que no aportan nutrientes a las plantas, la fertilización es una práctica fundamental en el cultivo; no obstante, los programas de fertilización no pueden funcionar como “recetas de cocina”, de uso universal, éstos deben diseñarse por vivero, atendiendo a:
 - ❖ *Calidad del agua*
 - ❖ *Tipo de sustrato (mezcla)*
 - ❖ *Especie*
 - ❖ *Prácticas generales de manejo*
- ❖ Los cuadros que se presentan sólo son una guía general basados en los límites en cuanto a concentraciones de N que se han encontrado como óptimos para especies forestales, en su mayoría coníferas, producidas en contenedores con sustratos artificiales.
- ❖ Cuando se utilice mezcla de peat moss con corteza compostada, deberá revisarse las concentraciones y la periodicidad de aplicación.
- ❖ Las especies nativas, generalmente rústicas (agave, orégano, costilla de vaca, mezquite, etc), son especies para las que no se han realizado pruebas específicas de fertilización, por lo que se recomienda realizar ensayos a diferentes concentraciones de N, utilizando como límite máximo las 150 ppm en la etapa de rápido crecimiento.
- ❖ Para la etapa de endurecimiento de las diferentes especies, existe una recomendación especial, la cual sostiene que se debe evitar el uso de fertilizantes con nitrógeno amoniacal, debido a que éste retrasa el proceso de endurecimiento (en las coníferas retarda la formación de yemas).
- ❖ La fertirrigación debe durar en tiempo el necesario hasta que el agua escurra por el orificio del drenaje de la cavidad, ello para favorecer la lixiviación y evitar la acumulación excesiva de sales.
- ❖ Para evitar la acumulación de sales por la fertilización, deberán aplicarse riegos de lavado (con agua limpia sin fertilizante) por lo menos cada 8 días.
- ❖ Se recomienda que se utilicen concentraciones bajas para hacer fertilizaciones diarias, en cada riego.
- ❖ En la fertirrigación, se recomienda mantener agitada la mezcla en el tanque, sobre todo antes de fertilizar, para homogeneizar la distribución de nutrientes.
- ❖ Fertilizar en las primeras horas de la mañana y después de la fertilización considerar un enjuague con agua limpia para remover los restos de fertilizante del cuerpo de la planta.
- ❖ Las primeras aplicaciones de fertilizante deberán hacerse después de la 4ª y antes de la 8ª semana de haber sembrado para evitar quemaduras en el follaje tierno.
- ❖ Se recomienda utilizar agua caliente para facilitar la dilución de los fertilizantes.
- ❖ No utilizar los residuos de fertilizaciones anteriores.

V. CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE SUSTRATO

1. MEZCLA BASE

En México, desde que se inició de manera intensiva la producción de planta en contenedores, se ha utilizado un sustrato “artificial” a base de peat moss (musgo fosilizado), vermiculita y agrolita, adicionando un fertilizante de liberación controlada (Osmocote®, con la formulación 17-7-12, caso de coníferas y especies de clima templado-frío).

Durante todo este tiempo (10 años) que se ha estado produciendo en contenedor se han tenido un sin número de experiencias con respecto a las proporciones de los 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 la 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 compostada no se ha generalizado aún).

Los cálculos de la “mezcla base” que se presentan, corresponden a las proporciones que mejores resultados han dado en los Viveros Forestales Militares de Sayula, y Jamay Jalisco., a saber:

MATERIAL	MEZCLA BASE	PRESENTACIÓN
Peat moss	61%	Pacas de 3.5 y 5.5 pies ³
Vermiculita (grado medio)	21%	Saco de 114 litros.
Agrolita	18%	Saco de 100 litros.
Osmocote® (17-7-12)	4.73 gr/ litro de MB*	Saco de 50 libras (22.68 kg)

*Mezcla base

Para el cálculo de requerimientos 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, etc., referido al volumen real de la cavidad)
- ❖ Considerar que el volumen de sustrato requerido por cavidad será mayor al volumen real que cubica cada cavidad, dado que el sustrato es un material con un volumen aparente que aparece mayor.
- ❖ Por ello, al volumen calculado en base al volumen real de la cavidad, habrá de agregársele un 15 % más por concepto de compactación en el llenado y manipuleo
- ❖ La paca de peat moss comprimida se expande a un 87 %, es decir, rinde 290 litros al descompactar la paca
- ❖ Una paca de peat moss de 5.5 pies³ comprimida tiene 155 litros
- ❖ 5.5 pacas de peat moss de 3.8 pies³ equivalen a 3.5 pacas de 5.5. pies³
- ❖ Por cada litro de mezcla base se le agregarán **4.73 gr** de Osmocote® (liberación controlada) con la formulación más adecuada dependiendo de la región climática: Para especies tropicales deberá utilizarse una formulación que dure de 3 a 4 meses, para especies coníferas de clima templado-frío, utilizar la formulación 17-7-12 de 8 a 9 meses.
- ❖ No se está considerando el requerimiento de agua para humedecer la mezcla (la cantidad dependerá si el mezclado es manual o mecanizado). Para preparación manual, en una mezcla base puede consumir \pm 100 litros de agua.

EJEMPLO:

Planteamiento del problema: Producir **280,000 plantas** en contenedor de **77 cavidades** de **125 ml de capacidad** por cavidad. ¿Cuáles son los requerimientos de materiales del sustrato?

Solución:**a. Requerimiento de volumen de acuerdo a la meta**

Si 1 cavidad = 125 ml, y necesitamos 280,000 cavidades, entonces se requiere un volumen de mezcla base de:

$280,000 \text{ cav.} \times 125 \text{ ml} = 35,000,000 \text{ ml}$, que convertidos a litros serían = $(35,000,000 \text{ ml} \times 1 \text{ litro}) / 1000 \text{ ml} = \mathbf{35,000 \text{ lts de volumen real}}$.

b. Requerimiento de materiales

Dado que las proporciones a utilizar serán 61% de peat moss, 21% de vermiculita de grano medio, 18% de agrolita y 4.73 gr de Osmocote® por litro de mezcla base, hagamos el cálculo de necesidades de materiales para obtener los 35,000 que se requieren para llenar las 280,000 cavidades.

En virtud de que solo hemos calculado el volumen real de acuerdo a capacidad de cavidad, es necesario que agreguemos el 15 % a ese volumen para considerar el volumen de sustrato que realmente se requiere, que comprende tanto el incremento por volumen aparente como las pérdidas que se presentan por manejo y compactación. De esta manera, nuestro requerimiento total será de: $(35,000) \times (1.15) = 40,250$ litros. Ahora obtengamos las proporciones de cada material:

$40,250 \text{ l} \times 0.61 = \mathbf{24,552.5 \text{ l}}$ de peat moss

$40,250 \text{ l} \times 0.21 = \mathbf{8,452.5 \text{ l}}$ de vermiculita grado medio

$40,250 \text{ l} \times 0.18 = \mathbf{7,245 \text{ l}}$ de agrolita

$40,250 \text{ l} \times 4.73 \text{ gr de Osmocote®} = 190,382.5 \text{ gr} = \mathbf{190.4 \text{ kg de Osmocote®}}$

Con estos requerimientos, y considerando la presentación en que vienen los materiales, nuestras necesidades serán:

❖ **Peat moss**

Si una paca de 5.5 ft³ rinde 155 litros compactados, aplicando el porcentaje de expansión tendríamos que este saco rendiría: $155 \text{ l} \times 1.87 = 290 \text{ l}$, sin compactar.

Ahora bien, requerimos 24,552.5 l de peat moss, por lo que necesitaremos:

$(24,552.5 \text{ l}) / (290 \text{ l}) = \mathbf{84.7 \text{ pacas de } 5.5 \text{ pies}^3}$ (**85 pacas en número cerrado**)

❖ **Vermiculita**

Si la vermiculita viene en sacos de 114 litros, dado que necesitamos 8,452.5 litros para la mezcla, requeriremos:

$(8,452.5 \text{ l}) / (114 \text{ l}) = 74.15$ sacos, redondeándolo serían **75 sacos de vermiculita** lo que habrá de adquirirse.

❖ **Agrolita**

Si la agrolita viene en sacos de 100 litros, para los 7,245 litros que ocupamos de agrolita en la mezcla requeriremos:

$$(7,245 \text{ l}) / (100 \text{ l}) = 72.45 \text{ sacos de agrolita (73 sacos ya que no se venden por partes).}$$

❖ **Osmocote® (17-7-12)**

El Osmocote® viene en sacos de 25 y 50 libras (11.34 y 22.64 kg respectivamente). Si necesitamos aplicar en la mezcla 190.4 kg, necesitaremos adquirir: $(190.4 \text{ kg}) / (11.34 \text{ kg}) = 17$ sacos de Osmocote® de 25 libras ó $(190.4 \text{ kg}) / (22.68 \text{ kg}) = 8.4$ sacos de Osmocote® de 50 libras cada uno (9 sacos al redondear).

RESUMEN DE REQUERIMIENTOS

MATERIAL	PRESENTACIÓN	% MEZCLA BASE	VOL. REQUERIDO (lts)	REQUERIMIENTO TOTAL
Peat Moss	Pacas de 5.5 ft ³	61	24,552.5	85 pacas
Vermiculita	Sacos de 114 lts	21	8,452.5	75 sacos
Agrolita	Sacos de 100 lts	18	7,245	73 sacos
Osmocote®	Sacos de 50 libras	4.73 gr/l de Mb*	190.4 kg	9 sacos

*Mezcla base

Volumen en litros por charola dependiendo del número de cavidades y capacidad por cavidad.

	Número de cavidades por charola y su capacidad (ml)				
	112 (80 ml/cav)	77 (125 ml/cav)	77 (140 ml/cav.)	77 (170 ml/cav.)	60 (220 ml/cav.)
Vol. Real / charola (litros)	8.96	9.63	10.78	13.09	13.20
Vol. Total / charola* (litros)	10.30	11.07	12.39	15.05	15.18

*Al volumen real se le suma el 15 %.

Con estas cantidades se pueden hacer cálculos para diferentes volúmenes de sustrato, sólo no olvidar las proporciones 61-21-18 de los materiales peat moss-vermiculita-agrolita.

2. MEZCLA DE PEAT MOSS Y CORTEZA DE PINO COMPOSTADA

En nuestro país, para la producción de planta en contenedor se han estado ensayando diferentes materiales como medios de crecimiento. El objetivo de buscar sustratos alternativos es reducir las importaciones de musgo (peat moss) y utilizar materiales locales que puedan ofrecer buenas características para la producción de planta de calidad. Una de las mezclas que ha dado excelentes resultados es la de peat moss y corteza de pino compostada.

Aunque hay buenas experiencias con la utilización del 100% de corteza, consideramos que la mezcla 50% peat moss y 50% corteza de pino compostada, presenta las mejores condiciones (porosidad, consistencia, retención de humedad, etc.) para el cultivo de especies forestales en contenedor (principalmente coníferas) y en particular al tipo de contenedor que se emplea mayormente.

EJEMPLO:

Calculemos los requerimientos de peat moss y de corteza de pino compostada para la producción de 100,000 plantas en contenedores de 60 cavidades con capacidad de 220 ml por cavidad.

De acuerdo a la experiencia, en esta mezcla ya no se considera agregar fertilizantes de liberación prolongada, por lo que sólo tendremos que calcular los requerimientos de peat moss y de corteza. Aplicaremos el mismo procedimiento que para la mezcla base, a saber:

a. Cálculo de requerimientos

Si 1 cavidad = 220 ml ó 0.22 litros, el volumen total de las 100,000 cavidades sería:
 $100,000 \times 0.22 \text{ litros} = \mathbf{22,000 \text{ litros}}$.

Es decir, que requeriremos un volumen de 22,000 litros de sustrato para llenar nuestras charolas. Consideremos un 15% adicional de este requerimiento para cubrir pérdidas por manejo y compactación en el llenado de charolas, de tal manera que el cálculo de necesidades deberemos hacerlo sobre: $22,000 \text{ l} \times 1.15 = \mathbf{25,300 \text{ l de sustrato}}$.

De esta cantidad de sustrato requerida, de acuerdo a la mezcla de materiales 50-50, tendremos que adquirir:

$25,300 \text{ l} / 2 = \mathbf{12,650 \text{ l de peat moss y } 12,650 \text{ l de corteza de pino compostada}}$.

b. Cálculo de materiales❖ *Cálculo de peat moss*

Si sabemos que el peat moss viene en pacas compactadas de 5.5 ft^3 , y que una paca descompactada rinde 290 l, si requerimos 12,650 l de peat moss para las 100,000 plantas, entonces necesitaremos : $12,650 \text{ l} / 290 \text{ l} = \mathbf{44 \text{ pacas de peat moss de } 5.5 \text{ pies}^3}$.

❖ *Cálculo de corteza compostada*

La corteza compostada viene en una presentación de sacos de 50 litros. Si requerimos 12,650 l de corteza para nuestras 100,000 plantas, necesitaremos: $12,650 \text{ l} / 50 \text{ l} = \mathbf{253 \text{ sacos de corteza de pino compostada de } 50 \text{ litros}}$.

Si partimos de que $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$, y que 1 litro tiene $1,000 \text{ cm}^3$, tendremos que:

$$1 \text{ l} = 1,000 \text{ cm}^3$$

$$50 \text{ l} = X,$$

$$\text{donde } X = (50 \text{ l}) \times (1,000 \text{ cm}^3) / 1 \text{ l} = \mathbf{50,000 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Por otro lado, si tenemos que } 1 \text{ m}^3 = 1,000,000 \text{ cm}^3$$

$$X = 50,000 \text{ cm}^3$$

donde $X = (1 \text{ m}^3) \times (50,000 \text{ cm}^3) / 1,000,000 \text{ cm}^3 = \mathbf{0.05 \text{ m}^3}$. Es decir, que cada saco de corteza corresponde a 0.05 m^3 .

Si necesitamos 253 sacos de 50 litros cada uno, estaremos adquiriendo un volumen de:
 $253 \times 0.050 \text{ m}^3 = \mathbf{12.65 \text{ m}^3 \text{ de corteza de pino compostada}}$

RECOMENDACIONES

- En la mezcla con corteza de pino compostada y peat moss, las proporciones de ambos componentes pueden variar dependiendo de las especies. Se recomienda que para pinos y otras coníferas se utilice la de 50-50. Para especies latifoliadas y aquellas que poseen un sistema de raíces sumamente fibroso, puede reducirse la proporción del peat moss hasta el 20%, como lo hacen algunas empresas para la producción de eucalipto en contenedor, quienes aplican 80% corteza-20% peat moss.
- En general, el sustrato deberá tener de 60 a 80% de porosidad total y de 25 a 35% de porosidad de aireación, independientemente de los materiales con que se haga la mezcla.
- Se recomienda al viverista hacer sus propios ensayos de mezclas para encontrar las proporciones idóneas para cada especie.
- En cuanto a la granulometría, se debe considerar una mezcla granulométrica uniforme de la corteza compostada, preferentemente debe haber tamaños desde 10 mm y menores. Se debe evitar la abundancia de partículas pequeñas que pueden favorecer la compactación del sustrato y reducir la porosidad total. Algunos autores señalan que la corteza debe ser procesada de manera que pase por una malla de 2 a 2.5 cm para obtener un rango deseable en el tamaño de las partículas (Whitcomb, 1988, citado por Mexal, 1994).
- El grado de composteo debe ser seguro en términos de ser un material totalmente compostado y no "crudo", el cual pudiera interferir en la demanda de nitrógeno para completar el proceso de descomposición y provocarse clorosis en la planta.
- Es recomendable humedecer los componentes para que resistan el proceso de mezclado. Cuando se utilizan mezcladoras para construcción (revolvedoras), no deberá utilizarse más de 5 minutos por mezcla para evitar la ruptura en la estructura de las partículas.
- La corteza compostada siempre debe estar húmeda, ya que si se permite su desecación, el rehumedecimiento es complicado toda vez que de suyo la corteza es un material hidrofóbico.
- Adicional al cálculo de sustratos, debe realizarse el cálculo de requerimientos de material para cubrir la semilla después de la siembra (materiales como arena gruesa de tezontle, jal, vermiculita, agrolita, etc.). El cálculo de este material estará en función del grosor de la capa con que se cubra la semilla y del diámetro de la cavidad (normalmente se habla de una cubierta de 5 a 7mm de grosor).

VI. CÁLCULO DE LA POROSIDAD DEL SUSTRATO

Una estructura de poros apropiadamente balanceada, representa un adecuado intercambio de gases para el sistema de raíces, lo cual afecta directamente todas las funciones de la raíz, como la absorción de nutrientes minerales y de agua (Landis, 1990).

Atendiendo a la funcionalidad, la porosidad puede ser dividida en (Landis et al., 1990):

- ❖ **Porosidad total.** Es el porcentaje de porosidad que mide la cantidad de espacios vacíos totales en un volumen determinado.
- ❖ **Porosidad de aireación.** Es el porcentaje de la porosidad total que se queda llena de aire después de que el sustrato ha sido saturado con agua, permitiendo su drenaje. Por lo regular son los espacios de mayor tamaño y se llaman macroporos.
- ❖ **Porosidad de retención de agua.** Es el porcentaje de la porosidad total que retiene el agua después de que el sustrato ha sido saturado con agua, permitiendo su drenaje. A estos poros se les llama microporos.

1. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD DE UN SUSTRATO EN UN CONTENEDOR CUALQUIERA:

Requerimos de un equipo mínimo:

- ❖ Contenedor con perforación de drenaje en el fondo (las charolas que usaremos para la producción)
- ❖ Tapón o cinta impermeable para sellar la perforación de drenaje
- ❖ Probeta graduada para medir el volumen líquido
- ❖ Bandeja suficientemente ancha para contener a la charola.

Procedimiento:

1. Si no conoce el volumen de la cavidad, tape el orificio de drenaje (con el tapón o la cinta) y llene la cavidad con agua; mida el volumen de agua de la cavidad. (Este será el volumen de la cavidad)
2. Vacíe la cavidad y llénela con el sustrato (mezcla base o corteza y peat moss); lenta y uniformemente sature el sustrato agregando agua (esto puede tomar varias horas) y anote la cantidad de agua agregada. (Este será el espacio poroso total)
3. Dentro de la bandeja, destape el orificio de drenaje, permita que el agua se drene libremente, espere unas horas hasta que termine de salir toda el agua. Mida la cantidad de agua drenada. (Este será el volumen de poros de aireación)
4. Calcule la porosidad total, la porosidad de aireación y la porosidad de retención de humedad con base en las siguientes fórmulas:

$$\text{Porosidad total (\%)} = \frac{\text{Volumen total de poros}}{\text{Volumen de la cavidad}} \times 100$$

$$\text{Porosidad de aireación (\%)} = \frac{\text{Volumen de aireación}}{\text{Volumen de la cavidad}} \times 100$$

$$\text{Porosidad de retención de humedad (\%)} = \text{Porosidad total} - \text{Porosidad de aireación}$$

El sustrato en el vivero deberá tener de **60 a 80% de porosidad total** y de **25 a 35% de porosidad de aireación**. La **porosidad de retención de agua** del medio con las características anteriores será de **25 a 55%**.

La porosidad de aireación incrementa si el medio de crecimiento tiene partículas de mayor tamaño, pero la retención de agua disminuye. Esta relación se mantiene para la vermiculita, la cual es frecuentemente utilizada para mejorar la retención de nutrientes solubles dado que este material tiene una alta capacidad de intercambio catiónico.

NOTA: Para hacer la prueba de la porosidad, se trabaja con la mezcla de sustrato tal y como se utiliza para llenar los contenedores, es decir, con el contenido de humedad propio para formar la mezcla (no se usan materiales secos).

EJEMPLO:

Determinemos la *porosidad total*, la *porosidad de aireación* y la *porosidad de retención de agua* de las mezclas utilizadas en el **Vivero forestal Militar Sayula, Jal.**

En este caso se han tomado datos de los dos tipos de mezclas utilizadas en el vivero, la **mezcla de corteza de pino compostada más peat moss (50-50)** y la **mezcla base** (peat moss-agrolita-vermiculita).

Datos:

a) *Mezcla corteza compostada más peat moss (50/50)*

- Volumen del envase = **1000 ml**
- Espacio poroso total (cantidad de agua agregada) = **640 ml**
- Volumen de poros de aireación (cantidad de agua drenada) = **305 ml**

Procedimiento:

Aplicando las fórmulas tendremos:

$$\text{Porosidad total} = \frac{640 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 100 = (0.64) (100) = \mathbf{64\%}$$

$$\text{Porosidad de aireación} = \frac{305 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 100 = (0.305) (100) = \mathbf{30.5\%}$$

$$\text{Porosidad de retención de humedad} = 64\% - 30.5\% = \mathbf{33.5\%}$$

b) *Mezcla base (Peat moss-agrolita-vermiculita)*

- Volumen del envase = **1000 ml**
- Espacio poroso total = **670 ml**
- Volumen de poros de aireación = **370 ml**

$$\text{Porosidad total} = \frac{670 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 100 = (0.67) (100) = \mathbf{67\%}$$

$$\text{Porosidad de aireación} = \frac{370 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 100 = (0.37) (100) = \mathbf{37\%}$$

$$\text{Porosidad de retención de humedad} = 67\% - 37\% = \mathbf{30\%}$$

Los resultados están dentro de los rangos establecidos como convenientes, por lo que se concluye que en este vivero se están utilizando mezclas de sustratos con características de porosidad, adecuadas.

VII. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU) DEL SISTEMA DE RIEGO

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. Se usa para medir la uniformidad de cualquier sistema comparado con un estándar al 85%; como el 100% es imposible de obtener, el **85% es aceptable** y **menos del 50% es inaceptable**. Esta prueba puede ser realizada en sistemas de riego fijos o movibles (robots).

PROCEDIMIENTO:

1. Coloque en cuadrícula recipientes en una sección de las camas del vivero donde se quiere 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 el tiempo suficiente para obtener un volumen de agua medible (que pueda medirse) en todos los recipientes. El tiempo necesario dependerá de los problemas de uniformidad y descarga.
3. Colecte los recipientes, anote el volumen del recipiente en cada uno de los sitios donde fueron colocados.
4. Calcule el **CU** de las muestras obtenidas.

La fórmula para **CU** es:

$$\mathbf{CU = 100 [1 - (B/A)]}$$

En donde:

A = La 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 sistema de riego. Un resultado menor a 50% indica que se requieren modificaciones grandes en el sistema instalado para asegurar la uniformidad del riego.

1. DETERMINACIÓN DEL “CU” PARA UN RIEGO FIJO

EJEMPLO:

Calculemos el CU para el sistema de riego fijo con aspersores aéreos del **Vivero Forestal Militar de Jamay, Jal.**

Se presentan los datos de la evaluación de una sección de riego que consta de 5 naves de 5 m de ancho por 42 m de largo cada una, con 2 mesas porta charolas de 2.10 m de ancho por 42 m de largo cada una, con 840 charolas por nave.

Se tomó la lectura con 12 recipientes (lo recomendable es que sean un poco más hasta 30).

Datos.

Número del recipiente	Volumen medido (ml)	Desviación de valor medio (valor absoluto) = Valor de recipiente – Media Media = 76.58
1	80	3.42
2	64	12.58
3	51	25.58
4	75	1.58
5	60	16.58
6	74	2.58
7	68	8.58
8	83	6.42
9	69	7.58
10	82	5.42
11	125	48.42
12	88	11.42
Sumatorias	919 (A)	150.16 (B)

$$CU = 100 [1 - (B/A)]$$

$$CU = 100 [1 - (150.16/919)]$$

$$CU = 100 (1 - 0.1634)$$

$$CU = 100 (0.8366)$$

$$CU = 83.66$$

Como puede apreciarse, tenemos una lectura que se sale de todo contexto, el tener ubicado en el croquis el recipiente, nos lleva a identificar el área del problema, pero además, se observa que por una sola lectura disparada, nuestro sistema de riego se calificaría como no funcional al quedar por abajo del 85% señalado como aceptable.

Para este caso y dado que sólo había una lectura alta, se hizo un ejercicio sin considerar dicha lectura y se obtuvo un CU de 87.67, que se ajustó más a la realidad. La lectura alta nos llevó a ubicar problemas en un aspersor, por lo que se hizo la recomendación de ser sustituido de inmediato. También se encontró irregularidad en la posición del aspersor, quedando unos con el abanico inclinado, por lo que se recomendó nivelarlos.

Croquis de ubicación de recipientes

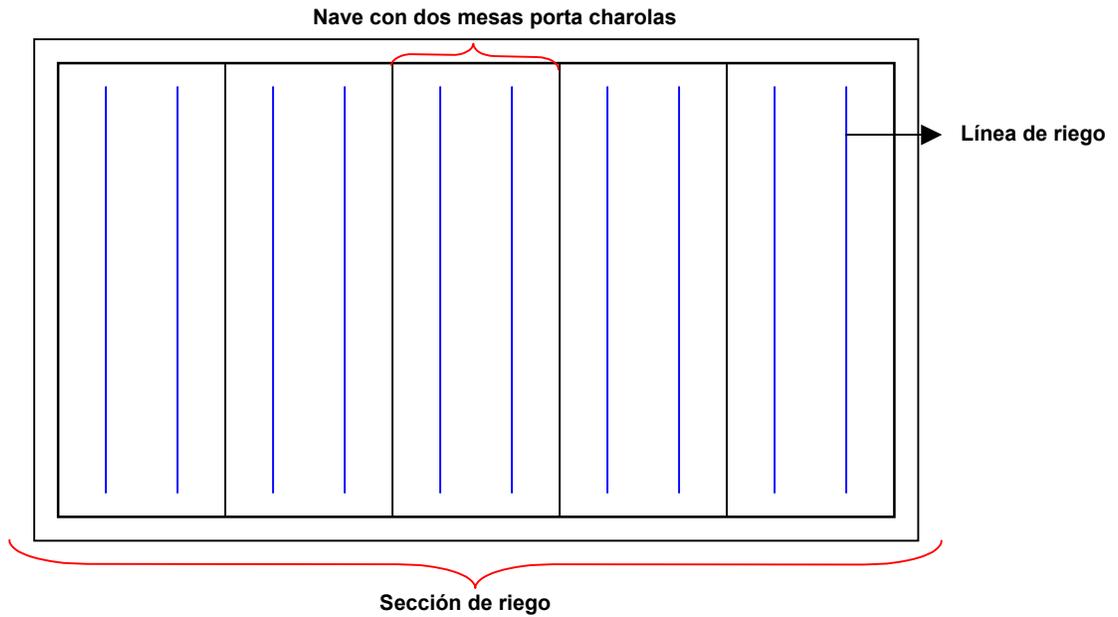


Figura 1.- Sección de riego. Se hizo la determinación del CU de una sola nave

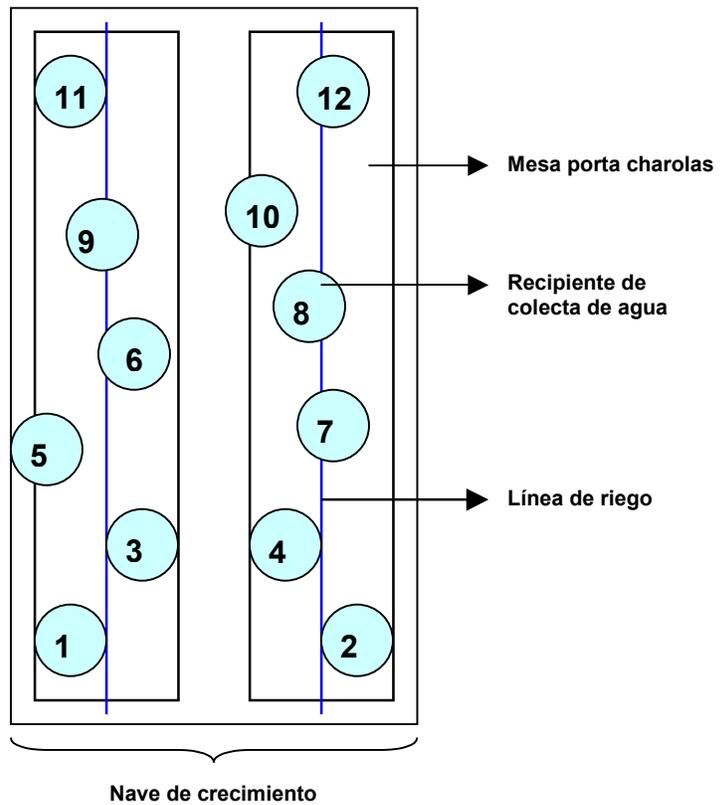


Figura 2.- Distribución de recipientes en una nave de crecimiento para determinar el CU.

2. DETERMINACIÓN DEL “CU” PARA UN RIEGO MOVIL (CARRO O ROBOT CON SISTEMA DE AGUILONES)

a) *Calibración del sistema de riego*

- Con el carro sin movimiento, limpie los aspersores incluyendo microfiltros y diafragmas antigoteo.
- Gire los cuerpos de los aspersores, de tal manera que coincidan hacia abajo las boquillas de un mismo color o gasto.
- Ponga a operar el sistema de riego sin deslizar el carro y ajuste con las válvulas de paso la presión de salida del agua, conforme a la presión recomendada en el “Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento”. Si se observan boquillas con riego irregular, estas se deben desmontar y limpiar hasta que asperjen visiblemente la misma cantidad de agua.
- Numere recipientes (de dos o más litros de capacidad) en una cantidad igual al total de aspersores existentes en las dos barras húmedas. Todos los recipientes utilizados deberán ser de la misma capacidad y del mismo diámetro, preferentemente mas anchos que altos.
- Deberá recibirse el agua de cada aspersor, por lo que habrán de colocarse suficientes personas ya sea para las dos barras o de una en una.
- Ponga a operar el sistema de riego sin deslizar el carro y espere de 5 a 10 segundos a que se estabilice el riego en todas las boquillas. En forma sincronizada haga que los ayudantes coloquen los recipientes bajo cada uno de los aspersores durante 30 ó 60 segundos. Los recipientes deben colocarse de tal manera que el agua no salpique y se salga de los contenedores.
- Mida con una probeta graduada y registre el volumen colectado en cada uno de los aspersores.
- Evalúe los resultados de la prueba. Revise y corrija las fallas de los aspersores donde los volúmenes colectados son notoriamente más grandes o muy bajos con relación al volumen promedio. Las fallas pueden ser por efecto de impurezas que obstruyan las boquillas o los filtros, mal ajuste de los aspersores, aspersores defectuosos, boquillas de gasto distinto o con desgaste.
- El gasto o consumo de agua por minuto del sistema de riego, es igual a la suma de los volúmenes colectados en todos los aspersores durante un minuto. La determinación del gasto es importante para la calibración del sistema de dosificación de fertilizantes y la determinación de los tiempos de riego en el programa de fertirrigación.
- Esta determinación del gasto deberá realizarse para cada uno de los tres tipos de boquillas que contienen los aspersores.

b) *Determinación del “CU”.*

Una vez realizada satisfactoriamente la calibración del sistema de riego, coloque cuando menos 20 recipientes de la misma capacidad y sobre todo del mismo diámetro, sobre las mesas porta charolas. Numere los recipientes y colóquelos de manera aleatoria o sistemática a lo largo y ancho de las dos camas (áreas de cobertura de los dos brazos del carro), 10 recipientes por cama. Si la colocación la hace sistemática, cuide de considerar las diferentes posiciones en la cama, tanto a lo ancho como a lo largo, las orillas internas y externas, así como las cabeceras. Se recomienda hacer un croquis de la posición de los recipientes en cada cama.

- Ajuste la altura de los recipientes o de las barras húmedas conforme a la altura recomendada en el “Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento” del sistema de riego. Normalmente la separación entre la altura de las barras húmedas y la superficie a irrigar es de 60 cm.
- Gire los aspersores y active las boquillas de mayor gasto, para coleccionar la mayor cantidad de agua al paso del carro (sobre todo porque son las boquillas que se utilizarán con mayor regularidad).
- Ponga en movimiento el carro asperjando agua en la velocidad de desplazamiento normal y hágalo pasar 2 ó 3 veces sobre los contenedores, o hasta que se colecte un volumen medible.
- Evalúe los resultados de la prueba siguiendo el mismo procedimiento que para el riego fijo, es decir, mida los volúmenes coleccionados por recipiente y regístrelos. Aplique la fórmula para el CU, a saber: $CU = 100 (1 - (B/A))$
- Valores inferiores al **95% de CU** significan que uno o más de los aspersores no están asperjando correctamente, que la altura de las barras húmedas (o aguilones) no es la adecuada para lograr el traslape requerido, o que el desplazamiento del carro no es uniforme en alguna sección del módulo.
- Haga los ajustes y reparaciones necesarias. Repita la prueba hasta lograr un coeficiente de uniformidad igual o mayor al 95%.

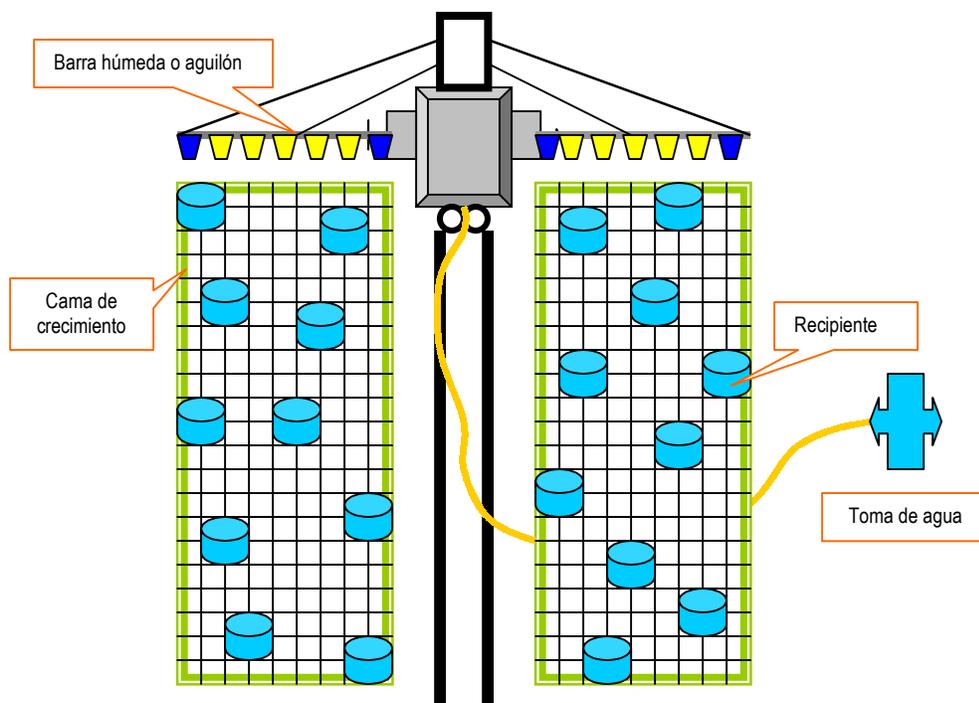


Figura 3. Determinación del Coeficiente de Uniformidad en un sistema de riego móvil

RECOMENDACIONES

- Hacer el croquis de ubicación de cada contenedor y rotularlos con un marcador permanente, señalando en el croquis la ubicación de cada recipiente, de tal manera que nos facilite localizar las fallas rápidamente.
- En el caso del riego fijo, hacer el croquis de la sección que se está evaluando, describiendo la distribución de aspersores, la diferenciación de boquillas si las hay, la presión a la que se riega, etc. Todos aquellos elementos que nos pueden caracterizar a l sistema de riego.
- Observar al momento de la prueba, el traslape vertical y horizontal que debe existir entre el patrón de riego de los aspersores (en sistemas de riego fijos y aéreos).
- La determinación del **CU** debe hacerse para todas las secciones de riego en el vivero
- Realizar esta determinación cuando no haya viento, para evitar la deriva del agua asperjada.
- Para los sistemas de riego móviles, algunos diseños presentan boquillas de gasto mayor colocadas a los extremos tanto interior como exterior de cada brazo, por lo que en la evaluación del CU habrá que discriminar los volúmenes obtenidos de éstas cuando sea el caso. En donde las boquillas sean regulares a lo largo del aguilón, aplicar las recomendaciones generales que para el resto de boquillas.
- La evaluación del Coeficiente de Uniformidad debe realizarse cada inicio de ciclo de producción, de tal manera que se garantice la uniformidad tanto en el agua como en el fertilizante aplicado por planta.

VIII. REGULACIÓN DEL pH EN EL AGUA DE RIEGO

La calidad del agua es un factor importante en el manejo del riego y aplicación de nutrientes a las plantas. El pH del agua de riego afecta la disponibilidad de los nutrientes esenciales para la planta. 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 a 6.5. Muchos viveros de nuestro país tienen agua de riego con 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 agua con pH alcalino puede limitar la disponibilidad de algunos elementos esenciales, particularmente del fierro.

El problema de la alcalinidad en el agua de riego puede corregirse mediante la inyección de ácido. Sin embargo, los iones específicos que estén presentes en el agua de riego del vivero puede 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.

El método más común para la reducción del pH es mediante la inyección de ácido concentrado en el sistema de riego. Los ácidos como el fosfórico (H_3PO_4) y el sulfúrico (H_2SO_4), económicamente pueden utilizarse para reducir el pH.

PROCEDIMIENTO:

1. Haga una "solución diluida" de ácido. (Para un factor de dilución de 1000 ppm de ácido, a 999 ml de agua destilada, agregar 1 ml de ácido fosfórico concentrado al 85%)
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, mezclar y de ahí extraer la muestra). De ésta, vierta 100 ml en un matraz.
3. Haga la titulación agregando con una pipeta graduada la "solución diluida" a la muestra de agua de riego, hasta que se registre el cambio de pH a nivel deseado. Durante la titulación, se deberá agitar la muestra permanentemente.
4. Determine el requerimiento de ácido por litro de agua y los requerimientos para el depósito del dosificador de acuerdo a la proporción de dosificación (dosificador 1:100 o 1.200).

EJEMPLO:

Cálculo de requerimientos de ácido fosfórico al 85% para bajar el pH del agua del **Vivero Forestal Militar de Jamay, Jal.**

Datos:

pH del agua de la fuente alimentadora	= 7.6
pH del agua de riego	= 6.6
pH deseado	= 5.5
Ácido disponible	= H ₃ PO ₄
Tasa del dosificador	= 1:100
Capacidad del depósito del inyector	= 200 litros

Cálculos:

- a) Titulación con ácido fosfórico (H₃PO₄) concentrado al 85%

Siguiendo el procedimiento se determinó como volumen requerido de "solución diluida" la cantidad de: **24 ml**

- b) Requerimiento de solución diluida por litro de agua

100 ml de agua de riego = 24 ml de solución diluida

1000 ml de agua de riego = **X**

$X = [(1000 \text{ ml de agua de riego} \times 24 \text{ ml de solución diluida}) / 100 \text{ ml de agua de riego}]$

X = 240 ml de solución diluida por litro de agua de riego

- c) Requerimiento de ácido fosfórico al 85% por litro de agua de riego

1000 ml de agua = 1 ml de H₃PO₄

240 ml de agua = **X**

$X = [(240 \text{ ml}) \times (1 \text{ ml de H}_3\text{PO}_4)] / 1000 \text{ ml}$

X = 0.24 ml de H₃PO₄ / litro de agua

- d) Requerimiento de ácido fosfórico al 85% de acuerdo a la tasa del inyector

(0.24 ml de ácido) (100) = 24 ml de ácido por litro de solución concentrada a una tasa de dosificación de 1:100

- e) Requerimiento de ácido fosfórico al 85% para un depósito de 200 litros, el mismo que alimentará al inyector.

200 litros x 24 ml de H₃PO₄ = **4,800 ml = 4.8 litros de H₃PO₄**

RECOMENDACIONES

- **“PRECAUCIÓN” RECUERDE AGREGAR EL ÁCIDO AL AGUA.** Mucha precaución se debe tomar al mezclar el ácido con el agua. **SIEMPRE** agregue el ácido al agua cuando haga la solución de valoración. Una reacción violenta puede ocurrir. Protéjase los ojos y la piel en todo momento.
- La muestra de agua se colecta de las boquillas del sistema de riego, de tal manera que esta muestra ya contenga los fertilizantes. Es también a esta muestra a la que hay que determinar el pH.
- El ácido se agrega al depósito del dosificador junto con los fertilizantes.
- Después de agregar el ácido, debe volverse a medir el pH para comprobar si los cálculos fueron bien realizados.
- Debe realizarse un monitoreo permanente del pH, cuando menos cada 15 días, para detectar las posibles fluctuaciones por cambios propios que se suceden en la fuente alimentadora de agua (estas fluctuaciones se hacen más notables en la época de lluvias), lo conveniente es mantener un pH deseado constante.
- Con la aplicación de ácido fosfórico, debe considerarse que también se le está aplicando fósforo disponible a la planta, por lo que debe tenerse en cuenta en el programa de fertilización.
- La acidificación del agua debe ser una práctica bien justificada en el manejo del vivero, dependiendo de las especies que se reproduzcan, de la calidad del agua (no sólo del pH), de la mezcla utilizada como sustrato, etc.
- Es menester que esta práctica sea manejada, revisada, operada y supervisada por personal técnico capacitado.
- En cada medición calibre los medidores del pH con las soluciones recomendadas en los instructivos. Al terminar las mediciones, enjuague los sensores de los medidores en agua destilada (de la que se usa para planchas domésticas).

IX. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL DOSIFICADOR

Aunque los dosificadores traen instructivo de cómo operarlos, es conveniente hacer ciertas pruebas para corroborar que la dosificación indicada es la que realmente se está aplicando, sobre todo cuando hablamos del programa de fertilización y la práctica de la acidificación del agua, pues si no se están aplicando las ppm deseadas, se pone en riesgo toda la producción del vivero.

El procedimiento que se propone es práctico y sencillo de seguir:

1. Determinación del gasto de los aspersores. Tomar una muestra representativa. Prender su sistema de riego en la sección a evaluar, cuando se haya uniformizado, coleccionar el agua que asperja cada boquilla seleccionada en un tiempo determinado, por ejemplo un minuto.
2. Medir el volumen de agua coleccionado por aspersor en un minuto.
3. Obtener el volumen promedio y multiplicarlo por el número total de aspersores de la sección. Con ello estaríamos determinando el gasto total por sección por minuto.

Una vez determinado el gasto, habremos de determinar la eficiencia del dosificador

4. Ajuste el dosificador a la proporción 1:100. En esta operación, por cada 100 litros de agua que asperje el sistema de riego, el dosificador habrá de succionar 1 litro de agua del depósito alimentador del dosificador (en el programa de fertilización sería de solución madre).
5. En un garrafón de plástico agregue 5 litros de agua, medidos con una probeta graduada. Coloque el garrafón bajo el dosificador e introduzca la manguera de succión hasta el fondo del recipiente (se aconseja esperar a que se vacíen los espacios de aire en la manguera de succión).
6. Active su sistema de riego por un minuto (si su sistema de riego es móvil o "robotizado", programe el robot en el modo de operación manual y actívelo por un minuto).
7. Cubique el volumen residual del garrafón que alimentó al dosificador y réstesele a los 5 litros iniciales para obtener el **Volumen succionado**.
8. Determine la proporción de succión utilizando el dato del gasto de aspersores:

$$\text{Proporción de dosificación} = \frac{\text{Gasto (volumen asperjado por minuto)}}{\text{Volumen succionado}}$$

EJEMPLO:

Determinemos la proporción de succión del dosificador utilizado en el **Vivero Forestal Militar de Jamay, Jal.**

Datos:

Proporción del dosificador (teórica)	= 1:100
Volumen de solución a succionar	= 5 litros
Volumen asperjado (gasto)	= 272.77 litros / minuto
Volumen residual	= 2.2 litros
Volumen succionado	= 2.8 litros

Desarrollo:

a) Determinación del gasto

Se determinó el gasto en una sección de riego de 25 m de ancho por 42 metros de largo, con 10 mesas porta charolas de 2.10 m x 42 m cada una. Cada mesa soporta 420 charolas de poliestireno expandido.

Descripción de la sección de riego. Se dispone de boquillas con gasto teórico diferente, así que se muestrearon los dos tipos de boquillas para determinar el gasto promedio por tipo de boquilla y el gasto total sumando los gastos de todas las boquillas. Las secciones se componen de 9 líneas de aspersores con boquillas verdes cuyo gasto teórico es de 75 litros/hora, estas líneas contienen 21 y 22 aspersores en forma intercalada, es decir, una línea de 22, una línea de 21 y así sucesivamente. Al principio y al final de cada línea, hay una boquilla blanca con gasto teórico de 135 litros/hora, por lo que la composición de las líneas es de 20 y 19 boquillas verdes. Hay una línea en la orilla de la sección que da al camino que lleva 22 boquillas blancas.

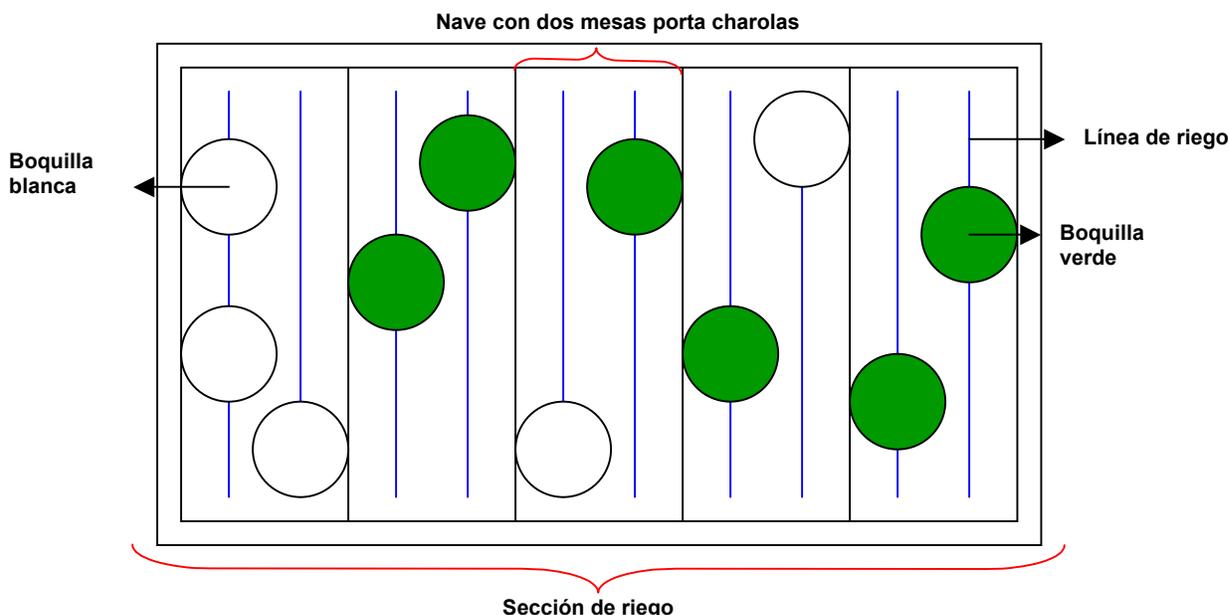


Figura 4.- Distribución de líneas de riego y de tipo de boquillas muestreadas en la sección de riego evaluada.

Se puso a funcionar el sistema de riego, se dejó uniformizar la presión y a un tiempo se colocaron los recipientes en las boquillas seleccionadas dejándolos por medio minuto, a los 30 segundos se retiró el recipiente y se cerró el riego. Se midió el volumen teniéndose los siguientes datos:

Boquillas blancas (Vol. colectado ml/30 seg.)		Boquillas verdes (Vol. colectado ml/30 seg.)	
1	925.5	1	605
2	895	2	605
3	875	3	596
4	845	4	550
5	920	5	519
		6	578
TOTAL	4460.5	TOTAL	3453

Se calcula el gasto promedio por tipo de boquilla:

$$\begin{aligned} \text{Boquillas blancas} &= (4,460.5)/(5) = 892.1 \text{ ml/30 seg.} \\ &(892.1 \text{ ml}) \times (2) = 1,784.2 \text{ ml / minuto / boquilla} \\ &1,784.2 \text{ ml} = 1.7842 \text{ litros} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Boquillas verdes} &= (3,453 \text{ ml}) / (6) = 575.5 \text{ ml / 30 seg.} \\ &(575.5 \text{ ml}) \times (2) = 1,151 \text{ ml / minuto / boquilla} \\ &1,151 \text{ ml} = 1.151 \text{ litros} \end{aligned}$$

Como puede corroborarse, en la sección de riego hay 40 boquillas blancas y 175 boquillas verdes, sumando un total de 215 boquillas.

Entonces el gasto total por sección es de:

$$\text{Gasto boquillas blancas} = 40 \times 1.7842 \text{ litros / minuto} = 71.37 \text{ litros / min.}$$

$$\text{Gasto boquillas verdes} = 175 \times 1.151 \text{ litros / minuto} = 201.4 \text{ litros / min.}$$

$$\text{Gasto total por sección} = 71.37 + 201.4 = 272.77 \text{ litros / minuto}$$

b) Determinación de la proporción de succión

$$\text{Proporción de dosificación} = \frac{\text{Gasto (volumen asperjado por minuto)}}{\text{Volumen succionado}}$$

$$\text{Proporción de dosificación} = \frac{272.77}{2.8} = 97.42$$

La proporción de succión es de que por cada litro de solución concentrada que tome el dosificador, se está mandando **97.42 litros** de agua. Nuestro dosificador dice estar en una proporción de 1:100, por lo que se considera adecuada la proporción obtenida. Es posible que con algún leve giro en la escala del dosificador pueda estabilizarse exactamente en 1:100. Se recomienda calibrar el dosificador a la proporción requerida.

X. SUPERVISIÓN DE LA SALINIDAD

La salinidad del agua de riego es una medida de las sales disueltas (iones) que se encuentran presentes en el agua de riego. La concentración y el tipo de sales pueden tener un impacto en el desarrollo de las plantas. Las fuentes de salinidad incluyen a las sales solubles presentes en el acuífero del cual se extrae el agua y a las sales de los fertilizantes introducidas por las prácticas en el vivero.

Terminología.

- **Conductividad eléctrica (CE).** Es la medida estándar de las sales disueltas en la solución. Con el aumento de sales se incrementa la CE.
- **Microsiemens / cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$).** Es la unidad estándar (SI) para reportar la CE. Las unidades anteriores que aún se emplean en algunos análisis son micromhos/cm ($\mu\text{mhos}/\text{cm}$). El factor de conversión es $\mu\text{mhos}/\text{cm} = \mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Partes por millón (ppm).** $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg}/\text{kg}$; $1 \text{ mg}/\text{L}$
- **Sales solubles totales (SST) = CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) x 0.64 = a las SST en ppm.**

El mayor impacto de la salinidad ocurre cuando las sales se acumulan en el sustrato y compiten por el agua. Con la acumulación de las sales, el potencial osmótico del medio disminuye y el agua se absorbe fuertemente a la superficie. Si la humedad en el sustrato se limita, las sales tienen una mayor influencia en la disponibilidad de la humedad.

El sodio (Na^+) es particularmente dañino al desarrollo de las plantas. El sodio es tóxico para las plantas a niveles por arriba de 50 ppm.

El agua de riego contiene sales en solución que pueden acumularse en la zona de raíces conforme la evapotranspiración elimina agua y deja las sales en el suelo. Conforme las cantidades en exceso de sales solubles se acumulan en la zona de raíces, la planta presenta dificultades para extraer agua de la solución del suelo salino y la transpiración y el crecimiento son reducidos.

En ello radica la importancia de aplicar riegos por tiempo suficiente hasta que haya un lixiviado que permita reducir la acumulación de sales, sobre todo en la porción tercera hacia el orificio de drenaje de la cavidad.

Para tener una idea rápida de la situación que con respecto a la salinidad guarda nuestro cultivo, Tinus y McDonald (1979, citados por Landis et al, 1989), desarrollaron un procedimiento para calcular el nivel de sales en la solución lixiviada, a saber:

1. Tome una muestra (100 a 250 ml) de agua con fertilizante del sistema de riego (**Solución A** = solución de fertilizante aplicado) y médale la CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
2. Coloque cuando menos 10 recipientes (de 100 a 500 ml de capacidad) bajo los orificios de drenaje de los contenedores, distribuidos de manera que se obtenga una muestra representativa de todo el módulo de producción.

3. Colecte el lixiviado (**Solución B** = lixiviado) de los 10 recipientes, mézclelo y tómelo la CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
4. Determine el rango de salinidad de acuerdo a la fórmula:

$$X = \text{Lixiviado (Solución B)} - \text{Solución de fertilizante aplicado (Solución A)}.$$

Aplique los criterios conforme a la tabla siguiente:

Lectura de CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Diagnóstico
Si $X = 100$ a 200	Crecimiento normal de la planta
Si $X = 1,000$	Problemas probables
Si $X = 3,000$	Mortalidad probable

Fuente: modificado de Tinus y McDonal (1979, citados por Landis et al, 1989)

RECOMENDACIONES

- Cuando la CE de la **solución B** se aproxime o exceda a la **solución A** en $1,000 \mu\text{S}/\text{cm}$, significa que se ha formado un exceso de salinidad en el sustrato y no está ocurriendo una adecuada lixiviación. En tal caso, los contenedores deberán ser regados inmediatamente con agua limpia, hasta que los niveles de CE vuelvan a la normalidad.
- Si la lectura de la CE del lixiviado se mantiene consistentemente elevada, entonces la cantidad de agua (tiempo de riego) aplicada durante el riego o la ferti-irrigación, deberá ser aumentada para asegurar una adecuada lixiviación.
- Las lluvias que se presentan durante el período de producción, contribuyen a reducir la salinidad de los sustratos.
- La medición de la CE debe realizarse cada 15 días durante las fases de desarrollo y endurecimiento, que es cuando se hacen las aplicaciones más altas de fertilizante.
- En cada medición calibre los medidores de la CE con las soluciones recomendadas en los instructivos. Al terminar las mediciones, enjuague los sensores de los medidores en agua destilada (puede utilizarse la que se emplea para planchas domésticas)

XI. COSTOS DE PRODUCCIÓN

CUADRO N°. 1.- COSTOS DE PRODUCCIÓN EN CONTENEDOR PARA ESPECIES DE CLIMA Templado-Frío (8 MESES EN VIVERO) FEBRERO 2003

Nº	DESCRIPCION GENERAL			CHAROLAS DE 77 CAVIDADES (0.170 L)				CHAROLAS DE 112 CAVIDADES (0.080 L)			
	CONCEPTO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO POR CONCEPTO (\$)	RENDIMIENTO		COSTO POR PLANTA (\$)	RENDIMIENTO		COSTO POR PLANTA (\$)		
1 INSUMOS BÁSICOS											
1.1	Semillas (Pino, oyamel, pseudotsuga, etc.)	1,500.00 Kg	1,500.00	20,000	Plantas / kg	0.0750	20,000	Plantas / kg	0.0750		
1.2	Sustrato (1,657 litros / "mezcla base")	1,145.00	1,145.00	9,394	Cavidades / mezcla	0.1219	18,704	Cavidades / mezcla	0.0612		
1.3	Micorrizas (una aplicación)	4,153.00 Kg	4,153.00	343,750	Plantas / kg	0.0121	500,000	Plantas / kg	0.0083		
1.4	Agroquímicos										
a)	Fertilizante de liberación lenta (7 kg. por "mezcla base")	26.72 Kg	187.04	9,394	Plantas / mezcla	0.0199	18,704	Plantas / mezcla	0.0100		
b)	Fertilizante INICIADOR 7-40-17 (6 semanas de aplicación)	23.19 Kg	23.19	3,042	Plantas / kg	0.0076	4,405	Plantas / kg	0.0053		
c)	Fertilizante de DESARROLLO 20-7-19 (6 semanas de aplicación)	21.78 Kg	21.78	1,537	Plantas / kg	0.0142	2,227	Plantas / kg	0.0098		
d)	Fertilizante FINALIZADOR 4-25-35 (9 semanas de aplicación)	23.36 Kg	23.36	615	Plantas / kg	0.0380	890	Plantas / kg	0.0262		
e)	Acidificación del agua (ácido fosfórico)	15.00 Kg	15.00	863	Plantas / kg	0.0174	1,250	plantas / kg	0.0120		
g)	Insecticida: 4 aplicaciones (1kg./aplicación)	400.00 Kg	1,600.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0006	4,264,000	Plantas / kg	0.0004		
h)	Fungicida: 3 aplicaciones (1 Kg./aplicación)	345.00 Kg	1,035.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0004	4,264,000	Plantas / kg	0.0002		
i)	Herbicidas: 2 aplicaciones (1 kg./aplicación)	138.00 Kg	276.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0001	4,264,000	Plantas / kg	0.0001		
j)	Cloro	7.00 Litro	7.00	5,621	Cavidades / Litro	0.0012	8,176	Cavidades / Litro	0.0009		
1.5	Plástico para empaque	368.00 Rollo	368.00	20,000	Plantas / rollo	0.0184	20,000	Plantas / rollo	0.0184		
1.6	Asistencia Técnica (\$ 7,000.00/1 millón de plantas / mes / 12 meses)	7,000.00 Mensual	84,000.00	1,000,000	Plantas	0.0840	1,000,000	Plantas	0.0840		
						Subtotal	0.4108	Subtotal		0.3118	
						%	65.133	%		60.827	
2 MANO DE OBRA											
2.1	Tratamientos pregerminativos	70.00 jornal	70.00	300,000	Plantas / jornal	0.0002	300,000	Plantas / jornal	0.0002		
2.2	Mezclado y llenado de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	12,992	Cavidades / jornal	0.0054		
2.3	Siembra de semillas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	12,992	Cavidades / jornal	0.0054		
2.4	Acarreo y acomodo de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	12,992	Cavidades / jornal	0.0054		
2.5	Repique	70.00 jornal	70.00	5,000	Cavidades / jornal	0.0140	5,000	Cavidades / jornal	0.0140		
2.6	Riego: un trabajador durante 240 días (240 jornales)	70.00 jornal	16,800.00	1,000,000	Plantas / jornal	0.0168	1,000,000	Plantas / jornal	0.0168		
2.7	Deshierbe (dos intervenciones por ciclo)	70.00 jornal	140.00	29,260	Cavidades / jornal	0.0048	42,560	Cavidades / jornal	0.0033		
2.8	Empaquetado de planta	70.00 jornal	70.00	3,000	Plantas / jornal	0.0233	3,000	Plantas / jornal	0.0233		
2.9	Desinfección de charolas (160 charolas / jornal)	70.00 jornal	70.00	12,320	Cavidades / jornal	0.0060	17,920	Cavidades / jornal	0.0040		
						Subtotal	0.0969	Subtotal		0.0778	
						%	15.364	%		15.177	
3 OPERACIÓN DEL VIVERO											
3.1	Mantenimiento de infraestructura durante 8 meses (240 jornales)	70.00 jornal	16,800.00	1,000,000	Plantas	0.0170	1,000,000	Plantas	0.0170		
3.2	Rehabilitación de infraestruc. para la prod. de 1 millón de plantas	40,000.00 insumos	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400		
3.3	Serv. grales.(luz, tel., papelería, etc. por millón de plantas)	40,000.00 varios	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400		
3.4	Operación de vehículo (gas, aceite, afinación)	25,500.00 varios	25,500.00	1,000,000	Plantas	0.0260	1,000,000	Plantas	0.0260		
						Subtotal	0.1230	Subtotal		0.1230	
						%	19.502	%		23.995	
						TOTAL	0.6307	TOTAL		0.5126	

Mezcla Base: Es un sustrato compuesto del 61% de Peat moss, 18% de Agrolita y 21% de Vermiculita.

De acuerdo con estos porcentajes y la presentación de venta al público, la cantidad de material requerido para una "Mezcla Base" es:

3.5 pacas de 5.5 pies cúbicos de Peat moss, 3 sacos de 100 litros de Agrolita y 3 sacos de 114 litros de Vermiculita.

CUADRO N°. 1.- COSTOS DE PRODUCCIÓN EN CONTENEDOR PARA ESPECIES DE CLIMA Templado-Frío (8 MESES EN VIVERO) FEBRERO 2003

N°	DESCRIPCION GENERAL			CHAROLAS DE 77 CAVIDADES (0.125 L)			CHAROLAS DE 60 CAVIDADES (0.220 L)		
	CONCEPTO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO POR CONCEPTO (\$)	RENDIMIENTO	COSTO POR PLANTA (\$)	RENDIMIENTO	COSTO POR PLANTA (\$)		
1 INSUMOS BÁSICOS									
1.1	Semillas (Pino, oyamel, pseudotsuga, etc.)	1,500.00 Kg	1,500.00	20,000	Plantas / kg	0.0750	20,000	Plantas / kg	0.0750
1.2	Sustrato (1,657 litros / "mezcla base")	1,145.00	1,145.00	12,474	Cavidades / mezcla	0.0918	7,200	Cavidades / mezcla	0.1590
1.3	Micorrizas (una aplicación)	4,153.00 Kg	4,153.00	343,750	Plantas / kg	0.0121	267,840	Plantas / kg	0.0155
1.4	Agroquímicos								
a)	Fertilizante de liberación lenta (7 kg. por "mezcla base")	26.72 Kg	187.04	12,474	Plantas / mezcla	0.0150	7,200	Plantas / mezcla	0.0259
b)	Fertilizante INICIADOR 7-40-17 (6 semanas de aplicación)	23.19 kg	23.19	3,042	Plantas / kg	0.0076	2,370	Plantas / kg	0.0098
c)	Fertilizante DESARROLLO 20-7-19 (6 semanas de aplicación)	21.78 Kg	21.78	1,537	Plantas / kg	0.0142	1,200	Plantas / kg	0.0181
d)	Fertilizante FINALIZADOR 4-25-35 (9 semanas de aplicación)	23.36 Kg	23.36	615	Plantas / kg	0.0380	480	Plantas / kg	0.0487
e)	acidificación del agua (ácido fosfórico)	15.00 kg	15.00	863	Plantas / kg	0.0174	660	plantas / kg	0.0227
g)	Insecticida: 4 aplicaciones (1kg./aplicación)	400.00 Kg	1,600.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0006	2,281,560	Plantas / kg	0.0007
h)	Fungicida: 3 aplicaciones (1 Kg./aplicación)	345.00 Kg	1,035.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0004	2,281,560	Plantas / kg	0.0004
i)	herbicidas: 2 aplicaciones (1 kg./aplicación)	138.00 Kg	276.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0001	2,281,560	Plantas / kg	0.0001
j)	Cloro	7.00 Litro	7.00	5,621	Cavidades / Litro	0.0012	4,380	Cavidades / Litro	0.0016
1.5	Plástico para empaque	368.00 Rollo	368.00	20,000	Plantas / rollo	0.0184	11,364	Plantas / rollo	0.0323
1.6	Asistencia Técnica (\$ 7,000.00/1 millón de plantas/mes/12 meses)	7,000.00 Mensual	84,000.00	1,000,000	Plantas	0.0840	1,000,000	Plantas	0.0840
					Subtotal	0.3758	Subtotal		0.4938
					%	63.085	%		67.746
2 MANO DE OBRA									
2.1	Tratamientos pregerminativos	70.00 jornal	70.00	300,000	Plantas / jornal	0.0002	300,000	Plantas / jornal	0.0002
2.2	Mezclado y llenado de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	5,160	Cavidades / jornal	0.0135
2.3	Siembra de semillas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	5,160	Cavidades / jornal	0.0135
2.4	Acarreo y acomodo de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	5,160	Cavidades / jornal	0.0135
2.5	Repique	70.00 jornal	70.00	5,000	Cavidades / jornal	0.0140	3,900	Cavidades / jornal	0.0179
2.6	Riego: un trabajador durante 240 días (240 jornales)	70.00 jornal	16,800.00	1,000,000	Plantas / jornal	0.0168	1,000,000	Plantas / jornal	0.0168
2.7	Deshierbe (dos intervenciones a razón de 380 charolas /jornal)	70.00 jornal	140.00	29,260	Cavidades / jornal	0.0048	22,800	Cavidades / jornal	0.0061
2.8	Empaquetado de planta	70.00 jornal	70.00	3,000	Plantas / jornal	0.0233	3,000	Plantas / jornal	0.0233
2.9	Desinfección de charolas (160 charolas / jornal)	70.00 jornal	70.00	12,320	Cavidades / jornal	0.0060	9,600	Cavidades / jornal	0.0073
					Subtotal	0.0969	Subtotal		0.1121
					%	16.266	%		15.379
3 OPERACIÓN DEL VIVERO									
3.1	Mantenimiento de infraestructura durante 8 meses (240 jornales)	70.00 jornal	16,800.00	1,000,000	Plantas	0.0170	1,000,000	Plantas	0.0170
3.2	Rehabilitación de infraestruct. para la proa. de 1 millón de plantas	40,000.00 insumos	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400
3.3	Serv. giales.(luz, tel., papelería, etc. por millón de plantas)	40,000.00 varios	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400
3.4	Operación de vehículo (gas, aceite, afinación)	25,500.00 varios	25,500.00	1,000,000	Plantas	0.0260	1,000,000	Plantas	0.0260
					Subtotal	0.1230	Subtotal		0.1230
					%	20.648	%		16.874
TOTAL					0.5957	TOTAL		0.7289	

Mezcla Base: Es un sustrato compuesto del 61% de Peat moss, 18% de Agrolita y 21% de Vermiculita.

De acuerdo con estos porcentajes y la presentación de venta al público, la cantidad de material requerido para una "Mezcla Base" es:

3.5 pacas de 5.5 pies cúbicos de Peat moss, 3 sacos de 100 litros de Agrolita y 3 sacos de 114 litros de Vermiculita.

CUADRO N°. 2.- COSTOS DE PRODUCCIÓN EN CONTENEDOR PARA ESPECIES TROPICALES (4 MESES EN VIVERO) FEBRERO 2003

N°	DESCRIPCION GENERAL			CHAROLAS DE 77 CAVIDADES (0.170 L)			CHAROLAS DE 112 CAVIDADES (0.080 L)		
	CONCEPTO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO POR CONCEPTO (\$)	RENDIMIENTO	COSTO POR PLANTA (\$)	RENDIMIENTO	COSTO POR PLANTA (\$)		
1 INSUMOS BÁSICOS									
1.1	Semillas (cedro rojo, caoba, maculis, mezquite, atriplex, oregano, etc.)	250.00 Kg	250.00	10,000	Plantas / kg	0.0250	10,000	Plantas / kg	0.0250
1.2	Sustrato (1,657 litros / "mezcla base")	1,145.00 "Mezcla base"	1,145.00	9,394	Cavidades / mezcla	0.1219	18,704	Cavidades / mezcla	0.0612
1.3	Micorrizas (una aplicación)	4,153.00 Kg	4,153.00	343,750	Plantas / kg	0.0121	500,000	Plantas / kg	0.0083
1.4	Agroquímicos								
a)	Fertilizante de liberación lenta (7 kg. por "mezcla base")	26.72 Kg	187.04	9,394	Plantas / mezcla	0.0199	18,704	plantas / mezcla	0.0100
b)	Fertilizante INICIADOR 7-40-17 (tres semanas de aplicación)	23.19 kg	23.19	6,086	Plantas / kg	0.0038	8,810	Plantas / kg	0.0026
c)	Fertilizante de DESARROLLO 20-7-19 (tres semanas de aplicación)	21.78 Kg	21.78	3,073	Plantas / kg	0.0071	4,454	Plantas / kg	0.0049
d)	Fertilizante FINALIZADOR 4-25-35 (seis semanas de aplicación)	23.36 Kg	23.36	922	Plantas / kg	0.0253	1,336	Plantas / kg	0.0175
g)	Insecticida: 4 aplicaciones (1kg/aplicación)	400.00 Kg	1,600.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0005	4,264,000	Plantas / kg	0.0004
h)	Fungicida: 3 aplicaciones (1 Kg./aplicación)	345.00 Kg	1,035.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0004	4,264,000	Plantas / kg	0.0002
i)	herbicidas: 2 aplicaciones (1 kg./aplicación)	138.00 Kg	276.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0001	4,264,000	Plantas / kg	0.0001
j)	Cloro	7.00 Litro	7.00	5,621	Cavidades / Litro	0.0012	8,176	Cavidades / Litro	0.0009
1.5	Plástico para empaque	368.00 Rollo	368.00	20,000	Plantas / rollo	0.0184	20,000	Plantas / rollo	0.0184
1.6	Asistencia Técnica (\$ 7,000.00/1 millón de plantas/mes/12 meses)	7,000.00 Mensual	84,000.00	1,000,000	Plantas	0.0840	1,000,000	Plantas	0.0840
					Subtotal	0.3197	Subtotal		0.2335
					%	60.549	%		55.018
2 MANO DE OBRA									
2.1	Tratamientos pregerminativos	70.00 jornal	70.00	150,000	Plantas / jornal	0.0005	150,000	Plantas / jornal	0.0005
2.2	Mezclado y llenado de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	12,992	Cavidades / jornal	0.0054
2.3	Siembra de semillas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	12,992	Cavidades / jornal	0.0054
2.4	Acarreo y acomodo de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	12,992	Cavidades / jornal	0.0054
2.5	Repique	70.00 jornal	70.00	5,000	Cavidades/ jornal	0.0140	5,000	Cavidades / jornal	0.0140
2.6	Riego: un trabajador durante 120 días (120 jornales)	70.00 jornal	8,400.00	1,000,000	Plantas / jornal	0.0084	1,000,000	Plantas / jornal	0.0084
2.7	Deshierbe (una intervención)	70.00 jornal	70.00	30,000	Cavidades / jornal	0.0023	30,000	Cavidades / jornal	0.0023
2.8	Empaquetado de planta	70.00 jornal	70.00	3,000	Plantas / jornal	0.0233	3,000	Plantas / jornal	0.0233
2.9	Desinfección de charolas (160 charolas / jornal)	70.00 jornal	70.00	12,320	Cavidades / jornal	0.0057	17,920	Cavidades / jornal	0.0039
					Subtotal	0.0860	Subtotal		0.0686
					%	16.287	%		16.164
3 OPERACIÓN DEL VIVERO									
3.1	Mantenimiento de infraestructura durante 8 meses (240 jornales)	70.00 jornal	16,800.00	1,000,000	Plantas	0.0168	1,000,000	Plantas	0.0168
3.2	Rehabilitación de infraestructura para la producción de 1 millón de plantas	40,000.00 insumos	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400
3.3	Serv. grales.(luz, tel., papelería, etc. por millón de plantas)	40,000.00 varios	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400
3.4	Operación de vehículo (gas, aceite, afinación)	25,500.00 varios	25,500.00	1,000,000	Plantas	0.0255	1,000,000	Plantas	0.0255
					Subtotal	0.1223	Subtotal		0.1223
					%	23.163	%		28.817
					TOTAL	0.5280	TOTAL		0.4244

Mezcla Base: Es un sustrato compuesto del 61% de Peat moss, 18% de Agrolita y 21%de Vermiculita.

De acuerdo con estos porcentajes y la presentación de venta al público, la cantidad de material requerido para una "Mezcla Base" es:

3.5 pacas de 5.5 pies cúbicos de Peat moss, 3 sacos de 100 litros de Agrolita y 3 sacos de 114 litros de Vermiculita.

CUADRO N°. 2.- COSTOS DE PRODUCCIÓN EN CONTENEDOR PARA ESPECIES TROPICALES (4 MESES EN VIVERO) FEBRERO 2003

N°	DESCRIPCION GENERAL			CHAROLAS DE 77 CAVIDADES (0.125 L)			CHAROLAS DE 60 CAVIDADES (0.220 L)		
	CONCEPTO	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO POR CONCEPTO (\$)	RENDIMIENTO	COSTO POR PLANTA (\$)	RENDIMIENTO	COSTO POR PLANTA (\$)		
1 INSUMOS BÁSICOS									
1.1	Semillas (cedro rojo, caoba, maculis, mezquite, atriplex, orégano, etc.)	250.00 Kg	250.00	10,000	Plantas / kg	0.0250	10,000	Plantas / kg	0.0250
1.2	Sustrato (1,657 litros / "mezcla base")	1,145.00	1,145.00	12,474	Cavidades / mezcla	0.0918	6,660	Cavidades / mezcla	0.1719
1.3	Micorrizas (una aplicación)	4,153.00 Kg	4,153.00	343,750	Plantas / kg	0.0121	267,840	Plantas / kg	0.0155
1.4	Agroquímicos								
a)	Fertilizante de liberación lenta (7 kg. por "mezcla base")	26.72 Kg	187.04	12,474	Plantas / mezcla	0.0150	6,660	plantas / mezcla	0.0281
b)	Fertilizante INICIADOR 7-40-17 (tres semanas de aplicación)	23.19 kg	23.19	6,083	Plantas / kg	0.0038	4,740	Plantas / kg	0.0049
c)	Fertilizante de DESARROLLO 20-7-19 (tres semanas de aplicación)	21.78 Kg	21.78	3,073	Plantas / kg	0.0071	2,400	Plantas / kg	0.0091
d)	Fertilizante FINALIZADOR 4-25-35 (seis semanas de aplicación)	23.36 Kg	23.36	922	Plantas / kg	0.0253	720	Plantas / kg	0.0324
g)	Insecticida: 4 aplicaciones (1kg./aplicación)	400.00 Kg	1,600.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0006	2,281,560	Plantas / kg	0.0166
h)	Fungicida: 3 aplicaciones (1 Kg./aplicación)	345.00 Kg	1,035.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0004	2,281,560	Plantas / kg	0.0166
i)	herbicidas: 2 aplicaciones (1 kg./aplicación)	138.00 Kg	276.00	2,928,000	Plantas / kg	0.0001	2,281,560	Plantas / kg	0.0166
j)	Cloro	7.00 Litro	7.00	5,621	Cavidades / Litro	0.0012	4,380	Cavidades / Litro	0.0016
1.5	Plástico para empaque	368.00 Rollo	368.00	20,000	Plantas / rollo	0.0184	11,364	Plantas / rollo	0.0324
1.6	Asistencia Técnica (\$ 7,000.00/1 millón de plantas/mes/12 meses)	7,000.00 Mensual	84,000.00	1,000,000	Plantas	0.0840	1,000,000	Plantas	0.0840
					Subtotal	0.2848		Subtotal	0.4547
					%	57.757		%	67.075
2 MANO DE OBRA									
2.1	Tratamientos pregerminativos	70.00 jornal	70.00	150,000	Plantas / jornal	0.0005	150,000	Plantas / jornal	0.0005
2.2	Mezclado y llenado de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	5,160	Cavidades / jornal	0.0135
2.3	Siembra de semillas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	5,160	Cavidades / jornal	0.0135
2.4	Acarreo y acomodo de charolas	70.00 jornal	70.00	6,622	Cavidades / jornal	0.0106	5,160	Cavidades / jornal	0.0135
2.5	Repique	70.00 jornal	70.00	5,000	Cavidades/ jornal	0.0140	3,900	Cavidades / jornal	0.0179
2.6	Riego: un trabajador durante 120 días (120 jornales)	70.00 jornal	8,400.00	1,000,000	Plantas / jornal	0.0084	1,000,000	Plantas / jornal	0.0084
2.7	Deshierbe (una intervención)	70.00 jornal	70.00	30,000	Cavidades / jornal	0.0023	23,400	Cavidades / jornal	0.0030
2.8	Empaquetado de planta	70.00 jornal	70.00	3,000	Plantas / jornal	0.0233	3,000	Plantas / jornal	0.0233
2.9	Desinfección de charolas (160 charolas / jornal)	70.00 jornal	70.00	12,320	Cavidades / jornal	0.0057	9,600	Cavidades / jornal	0.0073
					Subtotal	0.0860		Subtotal	0.1009
					%	17.440		%	14.884
3 OPERACIÓN DEL VIVERO									
3.1	Mantenimiento de infraestructura durante 8 meses (240 jornales)	70.00 jornal	16,800.00	1,000,000	Plantas	0.0168	1,000,000	Plantas	0.0168
3.2	Rehabilitación de infraestructura para la producción de 1 millón de plantas	40,000.00 insumos	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400
3.3	Serv. grales.(luz, tel., papelería, etc. por millón de plantas)	40,000.00 varios	40,000.00	1,000,000	Plantas	0.0400	1,000,000	Plantas	0.0400
3.4	Operación de vehículo (gas, aceite, afinación)	25,500.00 varios	25,500.00	1,000,000	Plantas	0.0255	1,000,000	Plantas	0.0255
					Subtotal	0.1223		Subtotal	0.1223
					%	24.802		%	18.041
					TOTAL	0.4931		TOTAL	0.6779

Mezcla Base: Es un sustrato compuesto del 61% de Peat moss, 18% de Agrolita y 21%de Vermiculita.

De acuerdo con estos porcentajes y la presentación de venta al público, la cantidad de material requerido para una "Mezcla Base" es:

3.5 pacas de 5.5 pies cúbicos de Peat moss, 3 sacos de 100 litros de Agrolita y 3 sacos de 114 litros de Vermiculita.

XII. LITERATURA CONSULTADA

- Landis, T. D.; Tinus, R. W.; McDonald, S. E.; Barnett, J. P. 1990. Containers and Growing Media, Vol 2, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, D. C: U. S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Landis, T. D.; Tinus, R. W.; McDonald, S. E.; Barnett, J. P. 1989. Seedling Nutrition and Irrigation, Vol 4, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, D C: U. S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Mexal, G. J.; Newman, W. R.; Fisher, T. J.; Phillips, R.; Sammis, T.; Landis, T. D. . 1994. Viveros y Reforestación en México. Curso Internacional de Entrenamiento. CEFORA-Universidad de Nuevo México. Morelia, Mich. México
- Toral, I. M.; Campos, R. D.; Fratti B. A.; Valera, O. R. 2000. Manual de Producción de Plantas Forestales en Contenedores. Doc. Téc. No. 25. PRODEFJO-JALISCO. Guadalajara, Jal. México.

XIII. ANEXOS

- CARACTERÍSTICAS APROPIADAS DE LA COMPOSTA DE CORTEZA DE PINO
- IMPREGNACIÓN DE CHAROLAS (PARA LA PODA QUÍMICA)
- PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN VIVERO FORESTAL SILVICOL, COLIMA, COL.
- PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN VIVERO FORESTAL MASVI, CD. GUZMÁN, JAL.

CARACTERÍSTICAS APROPIADAS DE LA COMPOSTA DE CORTEZA DE PINO*

Cuando se adquiera composta para utilizar como sustrato en contenedores, es necesario efectuar o solicitar análisis que permitan determinar si cumple con los requerimientos mínimos. Se recomienda considerar la siguiente pauta de control de calidad para la composta de corteza de pino:

Análisis físico:

- La composta debe ser de corteza de pino. No puede venir contaminada con otros productos tales como tierra, arena, piedras, aserrín de madera, madera, etc. Tolerancia de contaminación 5%
- Granulometría entre 2 mm y 10 mm
- Volumen estable a la variación de humedad
- Porosidad total: 60 a 80 %
- Porosidad de retención: 35 a 55 %
- Porosidad de aireación: 25 a 35 %

Análisis químico:

- Reacción: pH 6 a 7
- Relación carbono nitrógeno (C/N) debe estar entre 1:25 a 1:30. Valores más altos de nitrógeno indican compostación no terminada y eventuales futuros problemas con nitrógeno durante la fertilización.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Mayor que 200 meq/100 gr
- Análisis de macro elementos. Es preferible que el sustrato sea casi inerte, es decir, con un contenido de nutrientes bajo.

Análisis biológico:

- Libre de semillas de malezas
- Exento de contaminación por elementos patógenos, especialmente los causantes de la caída de almácigos (Damping-off)

*Tomado de: Toral I. M. et, al. 2000. Manual de producción de plantas forestales en contenedor. Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco. Doc. Téc. No. 25. Guadalajara, Jal. Méx.

IMPREGNACIÓN DE CHAROLAS

La impregnación de charolas con productos a base de cobre para favorecer la poda química, es una tarea que se recomienda para aquellos viveros que utilizan contenedores de poliestireno expandido, mismos que no presentan de fábrica la cubierta de cobre, o para aquellos contenedores que después de la vida útil de la capa de cobre (2 a 3 años), la charola está en buenas condiciones y puede seguir utilizándose con reimpregnación a base de cobre.

A continuación se presenta un procedimiento sencillo para la impregnación de charolas de poliestireno con cobre, mismo que ha resultado eficiente y económico:

1. Mezclar en un recipiente 10 litros de agua (tibia de preferencia) con 4 litros de sellador vinílico (acetato de polivinilo)
(Generalmente viene en cubetas de 19 litros cuyo costo es de \$ 300.00 por cubeta) (La marca CASTHER® ha resultado buena)
2. Una vez que está lista la mezcla, deberá colarse o filtrarse a través de una malla de cielo o de una media de señora (de hilo fino).
3. Posteriormente, a esta mezcla de agua con sellador ya colada, se le agrega un kilo de Hidróxido de cobre al 77% (la marca HIDROMET® ha dado buenos resultados) (Tiene un costo de \$ 40.00 por kilo de hidróxido). Se vuelve a mezclar perfectamente y se vuelve a colar.
4. Se deposita en la bomba aspersora (capacidad de 17 a 20 litros) y se procede a realizar la impregnación.
5. Las charolas deben estar lavadas antes de hacer la impregnación. El lavado puede ser solo con agua o agua con cloro, la idea es dejarlas libres de residuos de sustrato o raíces, que pueda llevara realizar una impregnación deficiente.
6. Una vez realizada la impregnación, dejar secar las charolas y utilizarlas al día siguiente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar agua tibia para hacer la mezcla
- Sólo hacer la mezcla que vaya a utilizarse, no dejar para otro día
- Utilizar para la aspersora boquilla de punta de chorro plano (roja) 04-110° (boquilla con ángulo de 110°)
- Siempre colar la mezcla de preferencia en malla fina (media de nylon)
- Después de realizar el trabajo, lavar perfectamente la bomba aspersora con agua caliente para limpiar el sellador.
- Para aprovechar al máximo el material, se recomienda hacer la impregnación ya con las charolas sobre las mesas.
- Se recomienda dejar secar las charolas antes de usarlas, pero no más del día siguiente, pues podrían contaminarse. Tampoco es adecuado usarlas de inmediato ya que la capa a base de cobre estará fresca y puede escurrir.

CÁLCULO DE COSTOS DEL PROCESO DE IMPREGNACIÓN DE CHAROLAS

1. Costo por mezcla (10 l de agua + 4 l de sellador + 1 kg de hidróxido de cobre al 77%, que cabe en una aspersora manual de 17 a 20 litros de capacidad)

Consideraremos el costo de una cubeta de 19 litros de sellador, cuyo precio actual es de \$300.00, pero como sólo vamos a ocupar 4 litros para la mezcla, el costo de los 4 litros será de:

$$\begin{array}{r} 19 \text{ lts} \text{ -----} \$ 300.00 \\ 4 \text{ lts} \text{ -----} \quad X \end{array}$$

$$\text{De donde } X = \frac{4 \text{ lts} \times \$300.00}{19 \text{ lts}} = \mathbf{\$63.16}, \text{ (es decir, que 4 litros de sellador nos cuesta \$63.16 pesos)}$$

Ahora agreguemos el costo de un kilogramo de Hidróxido de cobre al 77%, que es de \$40.00

Por lo tanto, el costo de una mezcla para impregnar será de: $\$63.16 + \$40.00 = \mathbf{\$103.16 \text{ pesos}}$

2. Tenemos que considerar la mano de obra y el rendimiento por jornal de impregnado, para poder calcular el costo por cavidad. Así, se dice que una mezcla cubre 140 charolas y que en un jornal de 8 horas se impregnan 1200 charolas, de tal manera que el costo por cavidad estará dado por:

Si con una mezcla se cubren 140 charolas y cada mezcla cuesta \$103.16, el costo de las 1,200 charolas que se hacen en un jornal será de:

$$\begin{array}{r} 140 \text{ -----} \$103.16 \\ 1200 \text{ -----} \quad X \end{array}$$

$$\text{De donde } X = \frac{1200 \times \$103.16}{140} = \mathbf{\$884.23}, \text{ el costo en materiales (sellador e hidróxido de cobre) por día es de \$884.23 pesos.}$$

A esto hay que sumar el costo del jornal que es de **\$80.00** por día

Costo por día = \$884.23 de materiales + \$80.00 de mano de obra = **\$964.23 pesos**

El costo por charola impregnada sería de: $\$964.23/1,200 \text{ charolas} = \mathbf{\$0.804 \text{ pesos}}$

Si la charola es de 60 cavidades, el costo por cavidad será de: $\$0.804/60 = \mathbf{\$0.0134 \text{ pesos}}$

Si la charola es de 77 cavidades, el costo por cavidad sería de: $\$0.804/77 = \mathbf{\$0.0104 \text{ pesos}}$

PROGRAMA DE FERTILIZACION PARA ESPECIES FORESTALES TROPICALES (VIVERO FORESTAL SILVICOL, COLIMA, COL.)

FASE DE DESARROLLO	ETAPA DE APLICACIÓN	DURACIÓN (Semanas)	FERTILIZANTE (Fórmula)*	CONCENTRACIÓN RECOMENDADA DE N (ppm)	Gr/Litro Sin dosificador	Gr/Litro (Con dosificador 1:100)	FERTILIZANTES PARA DIFERENTES CANTIDADES DE SOLUCION MADRE (Kg)					
							10 L	20 L	30 L	40 L	50 L	
GERMINACION	1 ^a	1 ^a - 4 ^a	Sin fertilizante									
CRECIMIENTO INICIAL	1 ^a	5 ^a - 8 ^a	7-40-17	25	0.357	35.71	0.357	0.714	1.071	1.428	1.785	
CRECIMIENTO RAPIDO	1 ^a	9 ^a - 12 ^a	20-7-19	25	0.125	12.50	0.125	0.250	0.375	0.500	0.625	
ENDURECIMIENTO O LIGNIFICACION	1 ^a	13 ^a - 14 ^a	4-25-35	50	1.250	125.00	1.250	2.500	3.750	5.000	6.250	

*Fertilizantes Peters®

NOTA: Se utiliza como sustrato una mezcla de peat moss (35%), polvillo ce coco (35%), vermiculita (15%) y agrolita (12%), adicionando un 3% de Osmocote® como fertilizante de liberación controlada.

**PROGRAMA DE FERTILIZACION PARA CONIFERAS
(VIVERO FORESTAL MASVI, CD. GUZMÁN, JAL.)**

FASE DE DESARROLLO	ETAPA DE APLICACION	DURACIÓN (Semanas)	FERTILIZANTE (Fórmula) ⁺	CONCENTRACIÓN RECOMENDADA DE N (ppm)	Gr/Litro Sin dosificador	Gr/Litro (Con dosificador 1:100)	FERTILIZANTES PARA DIFERENTES CANTIDADES DE SOLUCION MADRE (Kg)				
							10 L	20 L	30 L	40 L	50 L
GERMINACION	1 ^a	1 ^a – 8 ^a	Sin fertilizante								
CRECIMIENTO INICIAL	1 ^a	9 ^a – 11 ^a	13-40-13	25	0.192	19.230	0.1923	0.3846	0.5769	0.7692	0.9615
	2 ^a	*12 ^a – 14 ^a	13-40-13	75	0.577	57.69	0.577	1.153	1.730	2.307	2.884
CRECIMIENTO RAPIDO	1 ^a	*15 ^a – 22 ^a	18-18-18	100	0.555	55.55	0.555	1.111	1.666	2.222	2.777
	2 ^a	*23 ^a – 26 ^a	18-18-18	150	0.833	83.33	0.833	1.666	2.499	3.333	4.166
ENDURECIMIENTO O LIGNIFICACION	1 ^a	**27 ^a – 32 ^a	20-5-5	50	0.25	25.00	0.2500	0.5000	0.750	1.000	1.250

† Fertilizantes Hakaphos®

* A partir de la 12^a semana se inicia la aplicación alternada de quelatos foliares (Nitrofoska® foliar Basf), nitrato de magnesio (Champion®) y el nitrato de calcio (Barco Vikingo®). Esta complementación de la fertilización se continua hasta la semana 32^a.

** En esta etapa, también se alterna con la aplicación de nitrógeno la fórmula 0-52-34 (Champion®) en dosis de 145 ppm de P y 150 ppm de K.

NOTA: En este vivero se utiliza como sustrato 100% de corteza de pino compostada. Considera la siembra en diciembre y la cosecha en julio del año siguiente. Los cambios en las concentraciones dentro de una etapa son graduales.