APLICACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE RIEGO

Manuel Acevedo T.
Eduardo Cartes R.

Octubre 2014

Facultad de Ciencias Forestales

AGENTE DE DIFUSIÓN Y EXTENSIÓN FORESTAL
Instituto Forestal INFOR

Descargar | Ver | Detalles

Escobar (2007). Manual de Viverización de Eucalyptus globulus a raíz cubierta. *popular!*



Descargar | Ver | Detalles



René Escobar Rodríguez.

Publications | RNGR: Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Dirección http://www.rngr.net/Publications

Ir

THE RNGR TEAM

REFORESTATION, NURSERIES, & GENETICS RESOURCES

PUBLICATIONS | APPLICATIONS | PROJECTS | SEED LAB | ABOUT RNGR | FORUMS | CONTACTS

KEY WORD SITE SEARCH

- Tree Planters' Notes
- Forest Nursery Notes
- National Nursery Proceedings
- SFTIC Proceedings
- Forest Nursery Manual
- Container Tree Nursery Manual
- Raising Seedlings at Home
- Tropical Tree Seed Manual
- Care and Planting of So. Pines
- Forest Nursery Pests
- Growing Healthy Seedlings
- Evaluating Seedling Quality
- So. Pine Nursery Handbook



PUBLICATIONS

Below you will find a list of the publications available on RNGR.net.

Use the key word search found below to quickly locate resources about a specific topic.

GO

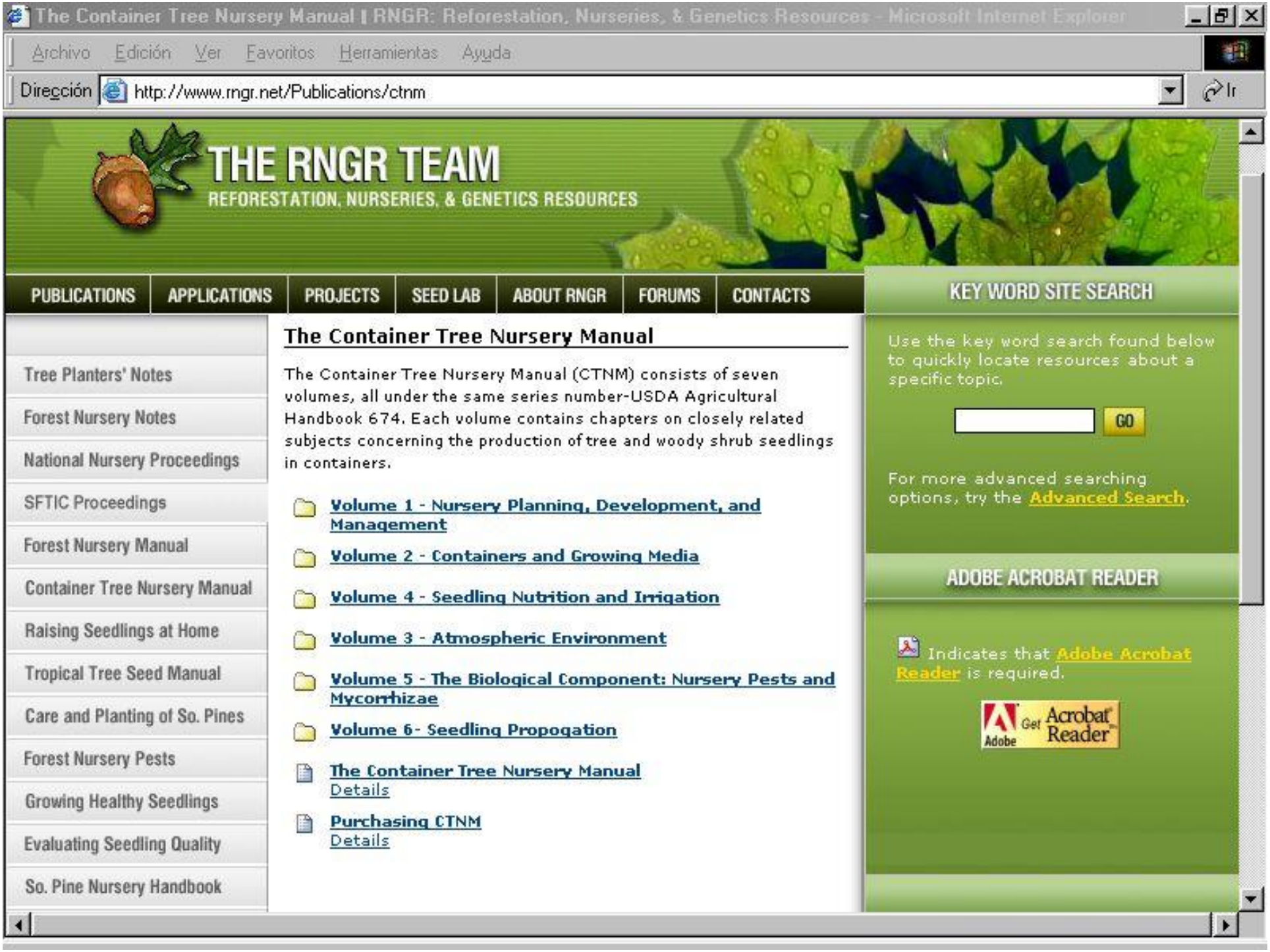
For more advanced searching options, try the Advanced Search.

Tree Planters Notes' (1975 - 2005)
Technology transfer and publication of research information relating to nursery production and outplanting of trees, shrubs, and native plants.

Forest Nursery Notes (1993 - 2005)
Forest Nursery Notes (FNN) is a nursery news and literature service that is distributed free of charge to over 1,200 cooperators in the United States, Canada, and other foreign countries.

National Nursery Proceedings (1978 - 2005)
Search by keyword or browse by year and event. Either way, you can access hundreds of proceedings articles from 1978 to present.

Southern Forest Tree Improvement Conference Proceedings (*NEW*)


The Container Tree Nursery Manual | RNGR: Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources - Microsoft Internet Explorer
Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda
Dirección http://www.rngr.net/Publications/ctnm
Ir
THE RNGR TEAM
REFORESTATION, NURSERIES, & GENETICS RESOURCES
PUBLICATIONS
APPLICATIONS
PROJECTS
SEED LAB
ABOUT RNGR
FORUMS
CONTACTS
Tree Planters' Notes
Forest Nursery Notes
National Nursery Proceedings
SFTIC Proceedings
Forest Nursery Manual
Container Tree Nursery Manual
Raising Seedlings at Home
Tropical Tree Seed Manual
Care and Planting of So. Pines
Forest Nursery Pests
Growing Healthy Seedlings
Evaluating Seedling Quality
So. Pine Nursery Handbook
The Container Tree Nursery Manual
The Container Tree Nursery Manual (CTNM) consists of seven volumes, all under the same series number-USDA Agricultural Handbook 674. Each volume contains chapters on closely related subjects concerning the production of tree and woody shrub seedlings in containers.
Volume 1 - Nursery Planning, Development, and Management
Volume 2 - Containers and Growing Media
Volume 4 - Seedling Nutrition and Irrigation
Volume 3 - Atmospheric Environment
Volume 5 - The Biological Component: Nursery Pests and Mycorrhizae
Volume 6- Seedling Propogation
The Container Tree Nursery Manual
Details
Purchasing CTNM
Details
KEY WORD SITE SEARCH
Use the key word search found below to quickly locate resources about a specific topic.
GO
For more advanced searching options, try the Advanced Search.
ADOBE ACROBAT READER
Indicates that Adobe Acrobat Reader is required.
Get Acrobat Reader

AGENTE DE DIFUSIÓN Y EXTENSIÓN FORESTAL
Instituto Forestal INFOR

Conceptos y definiciones

Objetivos del manejo del riego

Aplicación de riego

Monitoreo de riego en viveros

Mantenimiento de los sistemas de riego

Foto: Manuel Acevedo





(Landis et al., 1989)

Porosidad en un medio de crecimiento

- Porosidad total:

  Volumen total de poros de un medio de crecimiento.

- Porosidad de aireación (macroporos):

  Volumen de poros de un medio de crecimiento, en los cuales el existe percolación.

- Porosidad retención (microporos):

  Volumen de poros de un medio de crecimiento, en los cuales es posible la retención de agua.

Porosidad en un medio de crecimiento

Componente	Densidad (kg/m^3)		Relaciones de porosidad (% de volumen)		
	Seco	Húmedo	Retención de humedad	Aireación	Total
Turba de musgo ***Sphagnum***	104.1	693.7	58.8	25.4	84.2
Turba de musgo ***Hypnum***	185.8	310.8	59.3	12.4	71.7
Vermiculita	108.9	640.8	53.0	27.5	80.5
Perlita	96.1	394.1	47.3	29.8	77.1
Corteza de oyamel	184.2	333.2	15.0	54.7	69.7
Arena	1,497.9	1,842.3	33.7	2.5	36.2

(Landis et al., 1989)



51,7% P. Total

26,9% P. Retención

25,1% P. Aireación

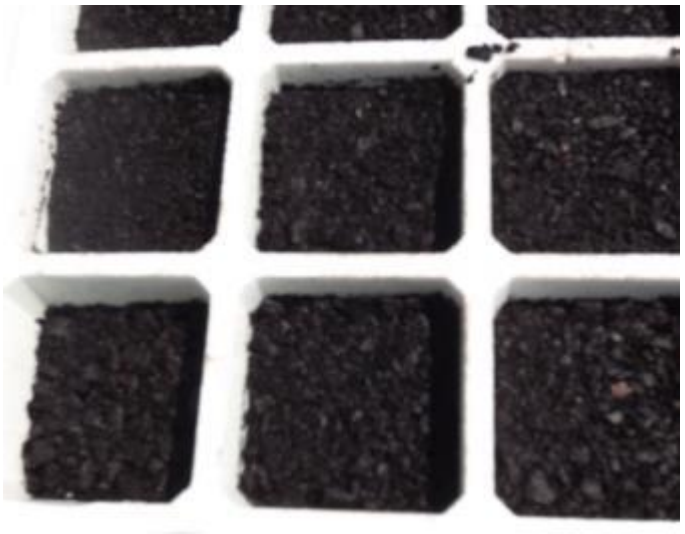
Fotos: Lab. semillas Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Concepción

Agua en medios de crecimiento

Å Contenido de humedad gravimétrico (W):

Cantidad de agua (peso de agua) en un medio de crecimiento (sustrato o suelo), en relación al peso seco.

$$W = \left[\frac{Ph - Ps}{Ps} \right] * 100 \qquad W = \frac{Ma}{Ms} \left({}^{gr}/_{gr} \; ; {}^{ton}/_{ton} \right)$$





Fotos: Eduardo Cartes

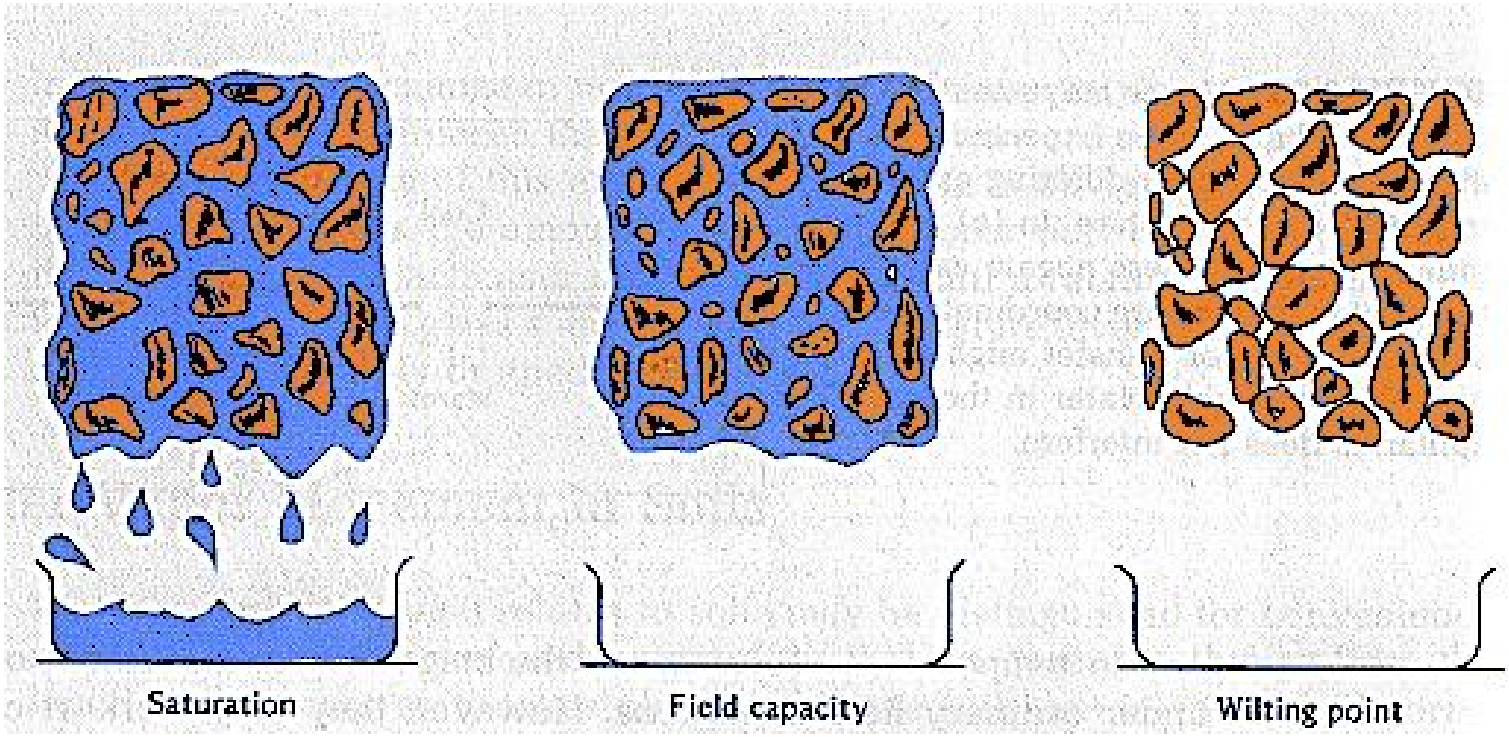
Agua en un medio de crecimiento

- Humedad de saturación: total de los poros del medio de crecimiento ocupados por agua.

- Capacidad de campo: contenido de humedad del medio de crecimiento en donde el agua es retenida solo por los poros capilares (-0,3 bar).

- Punto de marchitez permanente: contenido de humedad del medio de crecimiento en donde el agua se encuentra fuertemente retenida que la planta no puede extraerla, causándole un punto de marchitez irreversible (-15 bar).

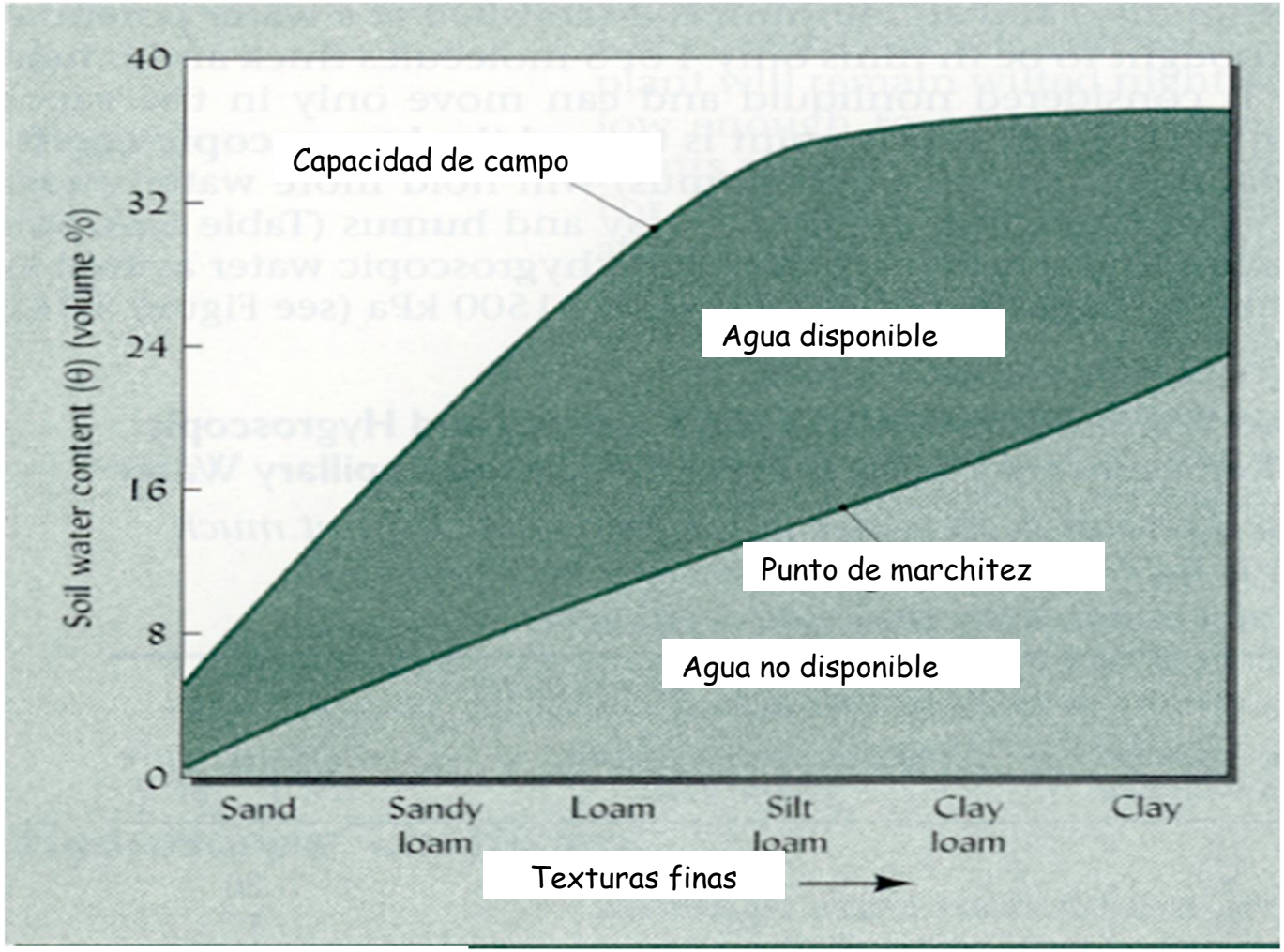
Agua en un medio de crecimiento



Saturación	Capacidad de campo	Marchitez permanente

(Brady, 1984)

Agua disponible en un medio de crecimiento



Adaptado de Brady 2001

Almacenamiento de agua en un medio de crecimiento

- Factores que la determinan:
  - Porosidad.
    - Determina la cantidad de agua que retiene el medio de crecimiento y la cantidad de agua potencialmente aprovechable para la planta.
  - Compactación.
    - Modifica la proporción de poros del medio de crecimiento y con ello el almacenamiento de agua.
  - Granulometría o tamaño de partícula.
    - Partículas más finas favorecen una mayor porosidad de retención, por el contrario partículas de mayor tamaño aumentan la proporción de poros de aireación
  - Tipo de sustrato.
    - El tipo de sustrato utilizado determina el almacenamiento de agua.

Objetivos del manejo de riego

Å Factores que determinan el crecimiento de la planta.



(Landis et al., 1989)

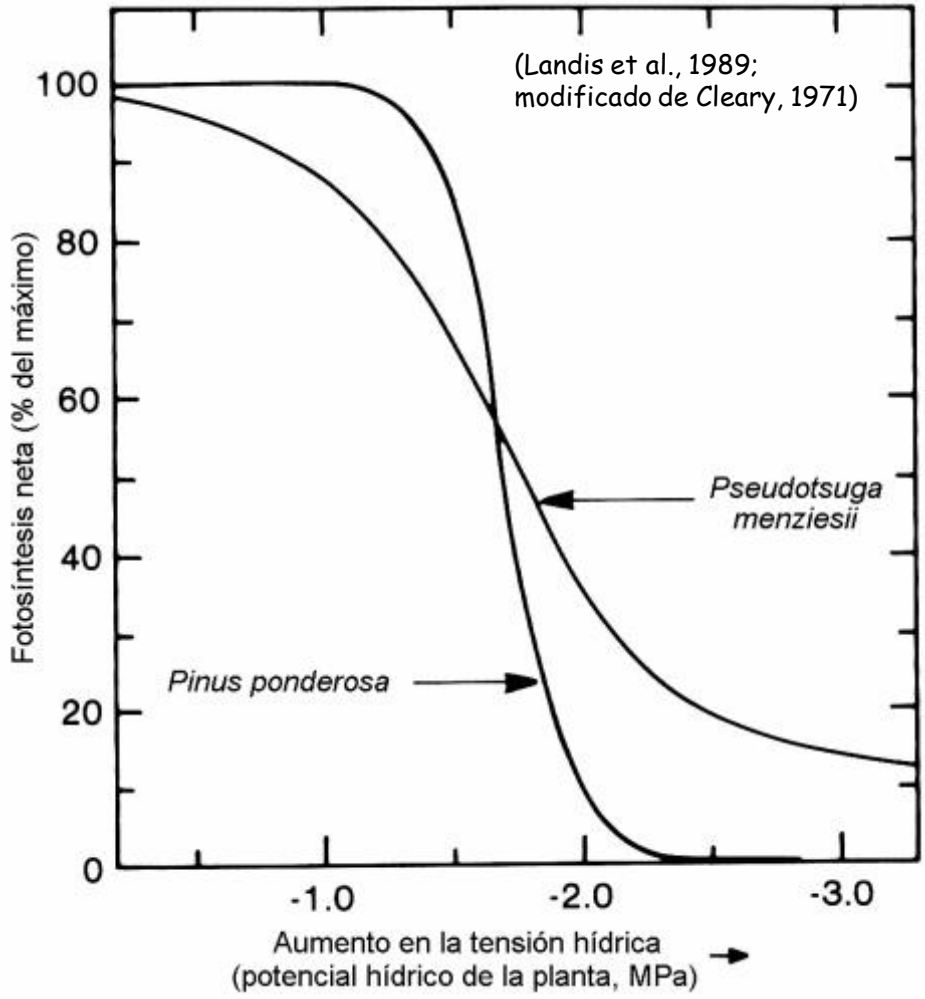
↑ Disponibilidad de agua

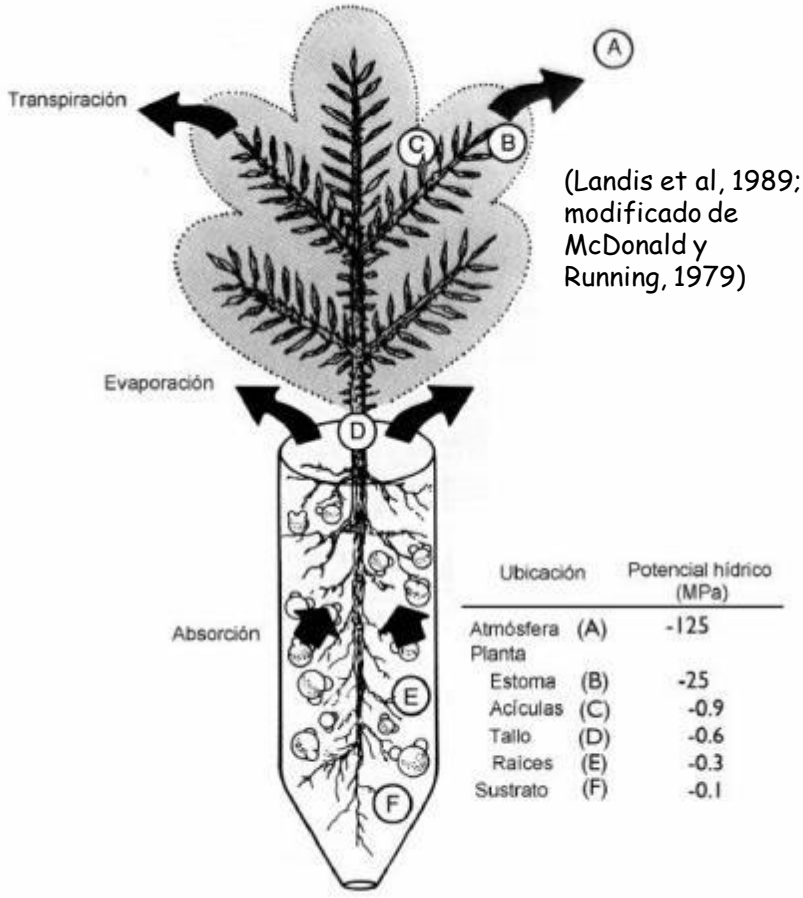
↑ Disponibilidad de nutrientes

↑ Crecimiento

El agua como herramienta de manejo en vivero

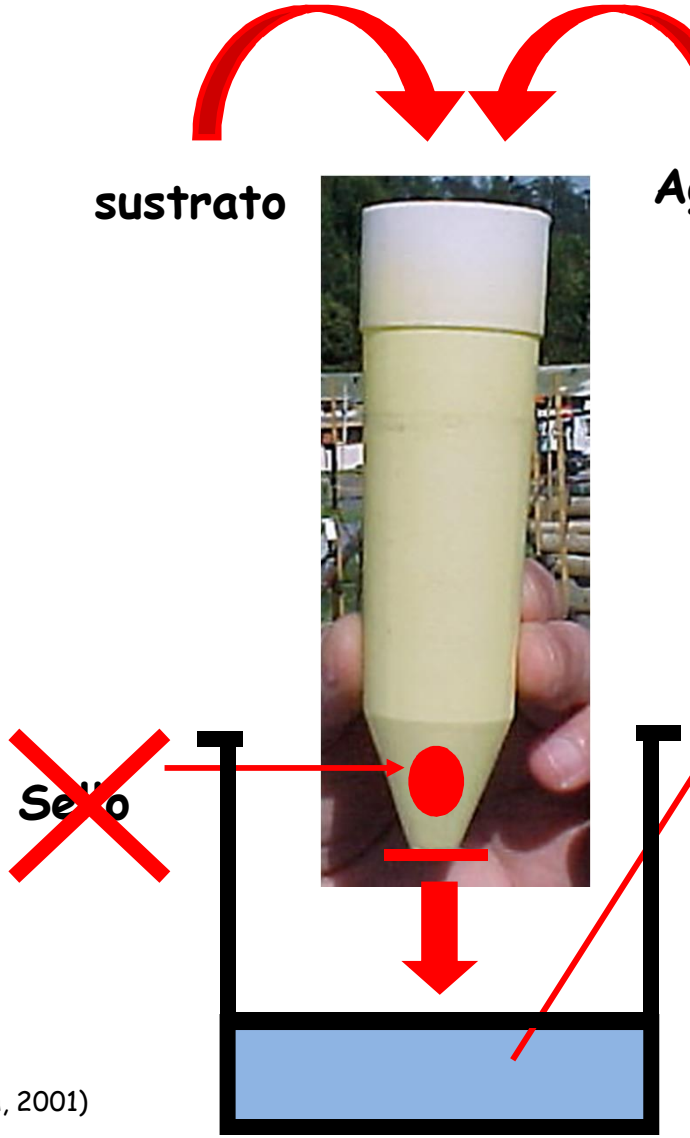
- Enraizamiento: se utiliza para minimizar deshidratación de estacas y regular temperatura del aire.
- Siembra: se utiliza para el enfriamiento de la cama de semillas, y promover la germinación.
- Establecimiento: a través de la aplicación de leves estrés se induce la colonización del sustrato por el sistema radicular.
- Pleno crecimiento: satisfacer demandas hídricas de la planta para los procesos de crecimiento.
- Endurecimiento: su manejo es determinante en la inducción de la dormancia; detención del crecimiento en altura; en la protección contra heladas; en regular la relación área foliar/área radicular





(Landis et al, 1989; modificado de McDonald y Running, 1979)

Estimación de porosidades en medios de crecimientos



Porosidad Total (PT)

Porosidad de aireación (PA)

Porosidad de retención = PT - PA

Volumen contenedor

(Coopman, 2001)

Dosis y frecuencia de riego

Å Consideraciones:

- ï Conocer la retención de agua contenida en poros capilares.
- ï Establecer un protocolo de riego, ejemplo: 50% de la capacidad de retención.
- ï La frecuencia de riego está determinada por las pérdidas ya sea por consumo de la planta y evaporación de agua desde el medio de crecimiento (evapotranspiración).

Dosis y frecuencia de riego

- Requerimientos de agua de los cultivo que se producen en el país, normalmente, son producto de la destreza que haya adquirido el encargado del manejo del riego en cada vivero y no necesariamente, a los "requerimiento reales" de agua por parte de las plantas.

Dosis y frecuencia de riego



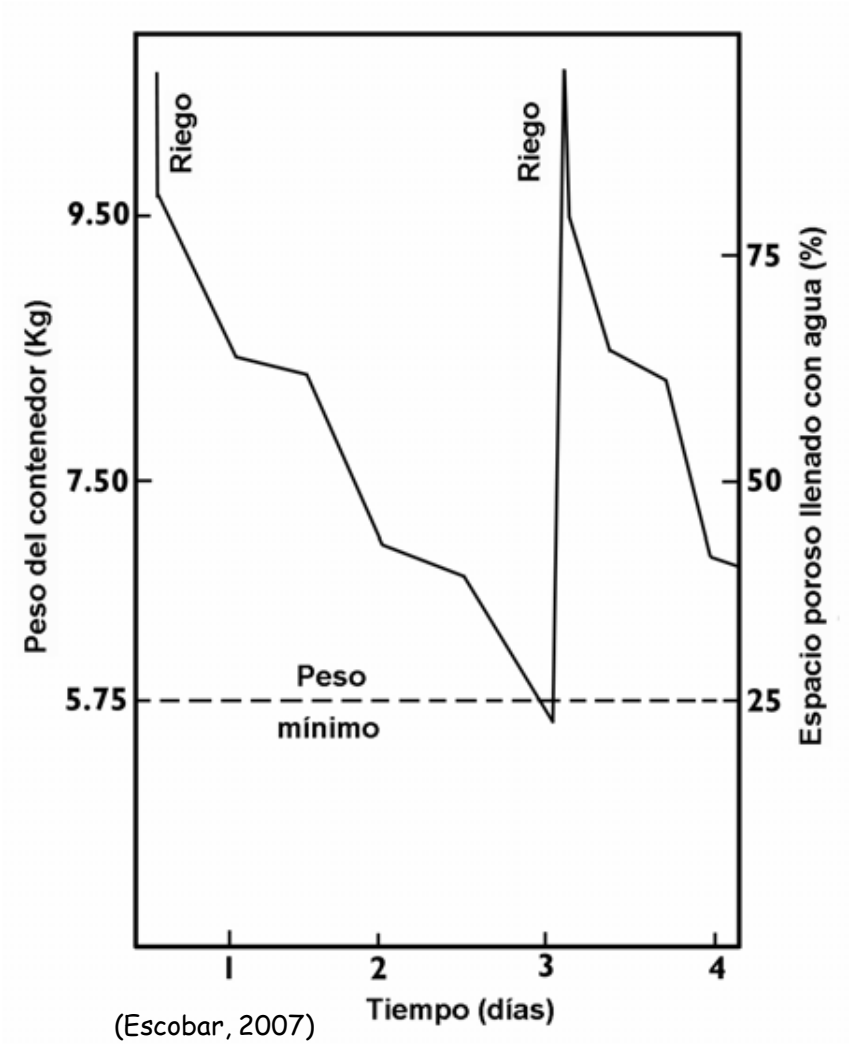
Riego debe ser a saturación (al goteo)

Pérdida de crecimiento, pérdidas de sustrato y descalificación por sistema radicular



Fotos: Manuel Acevedo

Monitoreo de riego



(Escobar, 2007)



Aplicación y dosificación de riego en viveros

Monitoreo de riego

Vivero San Fabián



Escobar (2007)

Es necesario identificar bandejas para seguir el monitoreo durante la producción

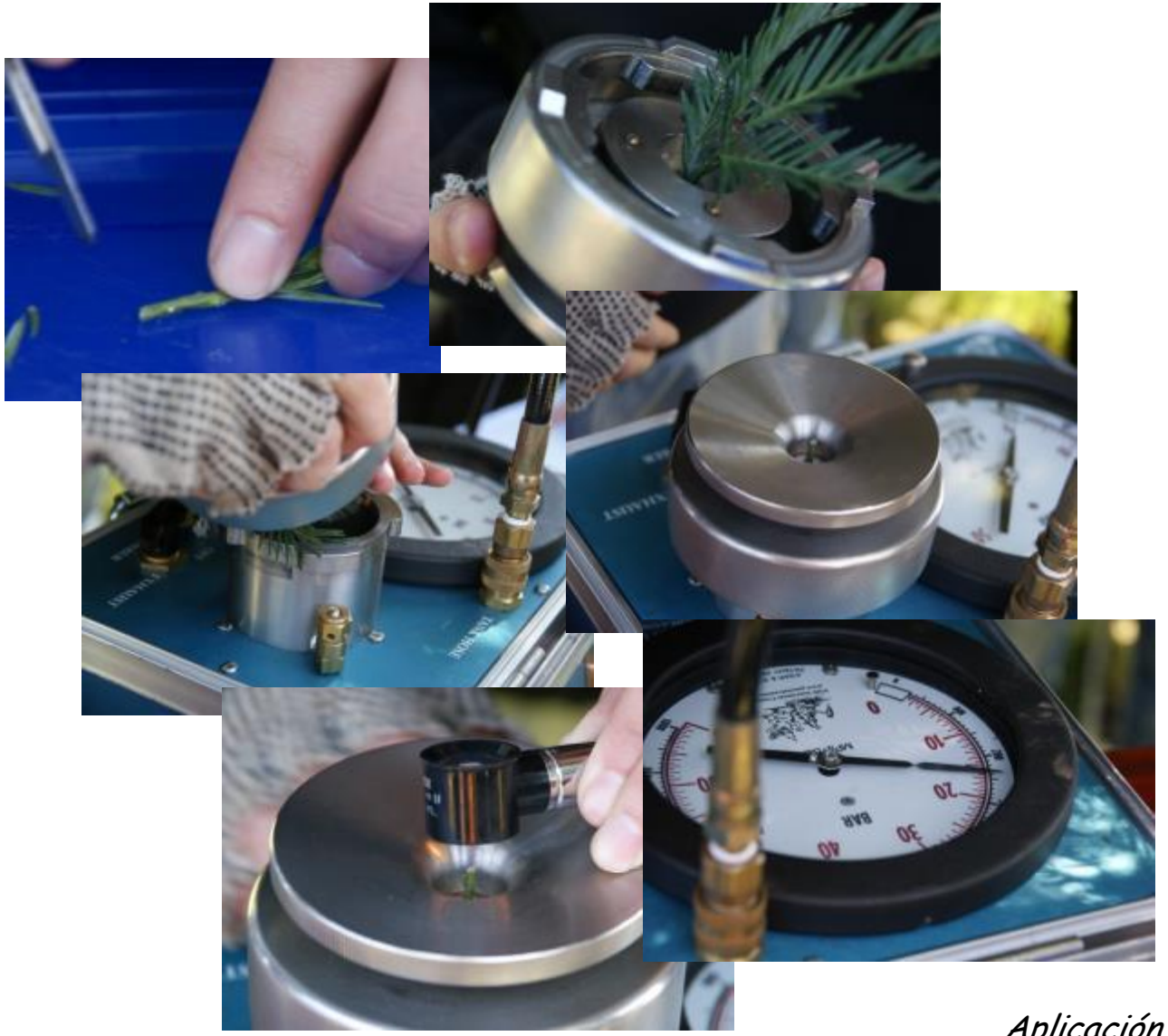
Estrés hídrico en plantas

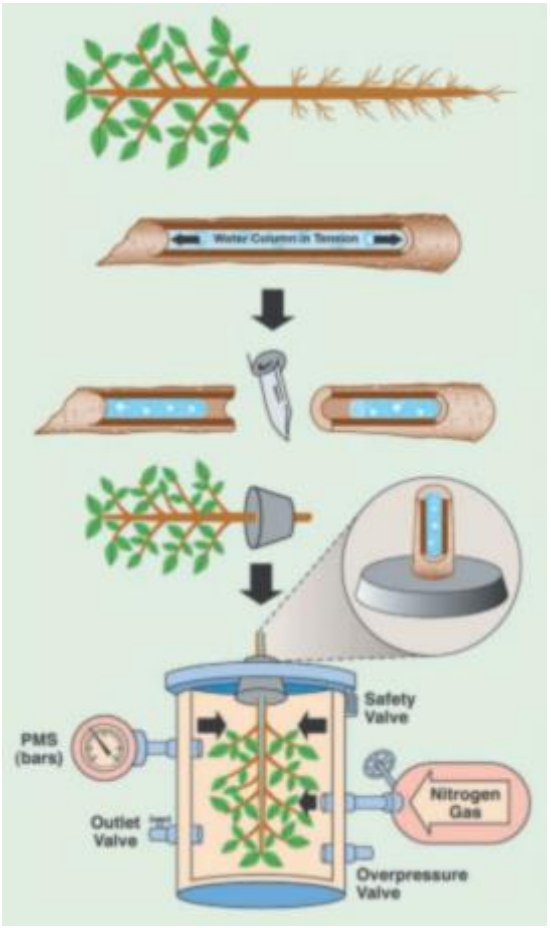


Escobar (2007)

Figura 5.9. Planta de *E. globulus* con signo de marchitez para ser regada (A); estado de plantas ocho días después de haber sido sometidas a los niveles de estrés indicados (B).

Potencial hídrico en plantas





(Landis et al, 1989)

Aplicación y dosificación de riego en viveros

Cálculo de pesos críticos
(Método práctico)

- Procedimiento:
  - Determinación de los pesos secos de bandejas ($PS_{bandeja}$).
  - Llenar la bandeja con sustrato y saturar por inmersión, luego dejar drenar por aproximadamente 1 hora y registrar el peso total, el que corresponderá al peso máximo de la bandeja posterior al riego, en donde se presente un contenido de humedad a Capacidad de Campo (PT_{CC}).
  - Secar el sustrato de la bandeja al aire, hasta que éste se encuentre seco al tacto (esto puede tomar algunos días), luego registrar su peso ($PS_{sustrato}$).

Cálculo de pesos críticos
(Método práctico)

- Ejemplo:
  - Peso de bandeja ($PS_{bandeja}$): 2 kg.
  - Peso de sustrato seco al aire ($PS_{sustrato}$): 2,5 kg.
  - Peso de sustrato + bandeja + agua a *CC* (PT_{CC}): 10 kg.

$$\text{Agua}_{\text{retenida}} = \text{PT}_{CC} - \left(\text{PS}_{\text{bandeja}} + \text{PS}_{\text{sustrato}}\right)$$

$$\text{Agua}_{\text{retenida}} = 10 - (2{,}5 + 2) = 5{,}5 \text{ kg}$$

  - Peso mínimo de la bandeja para realizar el riego:

$$\text{Peso}_{\text{mínimo}} = \text{PS}_{\text{bandeja}} + \text{PS}_{\text{sustrato}} + \left[\text{Agua}_{\text{retenida}} \cdot \left(\frac{\text{\%}}{100}\right)\right]$$

$$\text{Peso}_{\text{mínimo}} = 2 + 2{,}5 + \left[5{,}5 \cdot \left(\frac{50}{100}\right)\right] = 7{,}25 \text{ kg}$$

Aplicación de riego

- Métodos de riego:
  - Sistemas de riegos en la parte superior:
    - Sistemas móviles.



Foto: Escobar (2007)

Aplicación y dosificación de riego en viveros

Aplicación de riego

- Métodos de riego:
  - Sistemas de riegos en la parte superior:
    - Sistemas fijos.



Foto: Eduardo Cartes

Aplicación de riego

- Métodos de riego:
  - Sistemas de riegos basales:
    - Sistemas fijos.

Vivero La Esperanza, Venezuela.



Foto: Manuel Acevedo.

Aplicación de riego

- Métodos de riego:
  - Sistemas de riegos basales:
    - Riego manual



(Landis et al, 1989)

Uniformidad en sistemas de riego

- Diseño de la boquilla.
- Tamaño del orificio de la boquilla.
- Presión del agua en la boquilla.
- Espaciamiento y patrón de distribución de las boquillas.
- Distancia desde la boquilla a las plantas.
- Viento.

Uniformidad en sistemas de riego





Problemas en uniformidad de riego se traduce en crecimientos irregulares de la producción. Excesos de humedad en contenedores produce la aparición de musgos en la cavidades que dificultan el ingreso de agua y nutrientes a los contenedores

Fotos: Escobar (2007)



(Escobar, 2007).

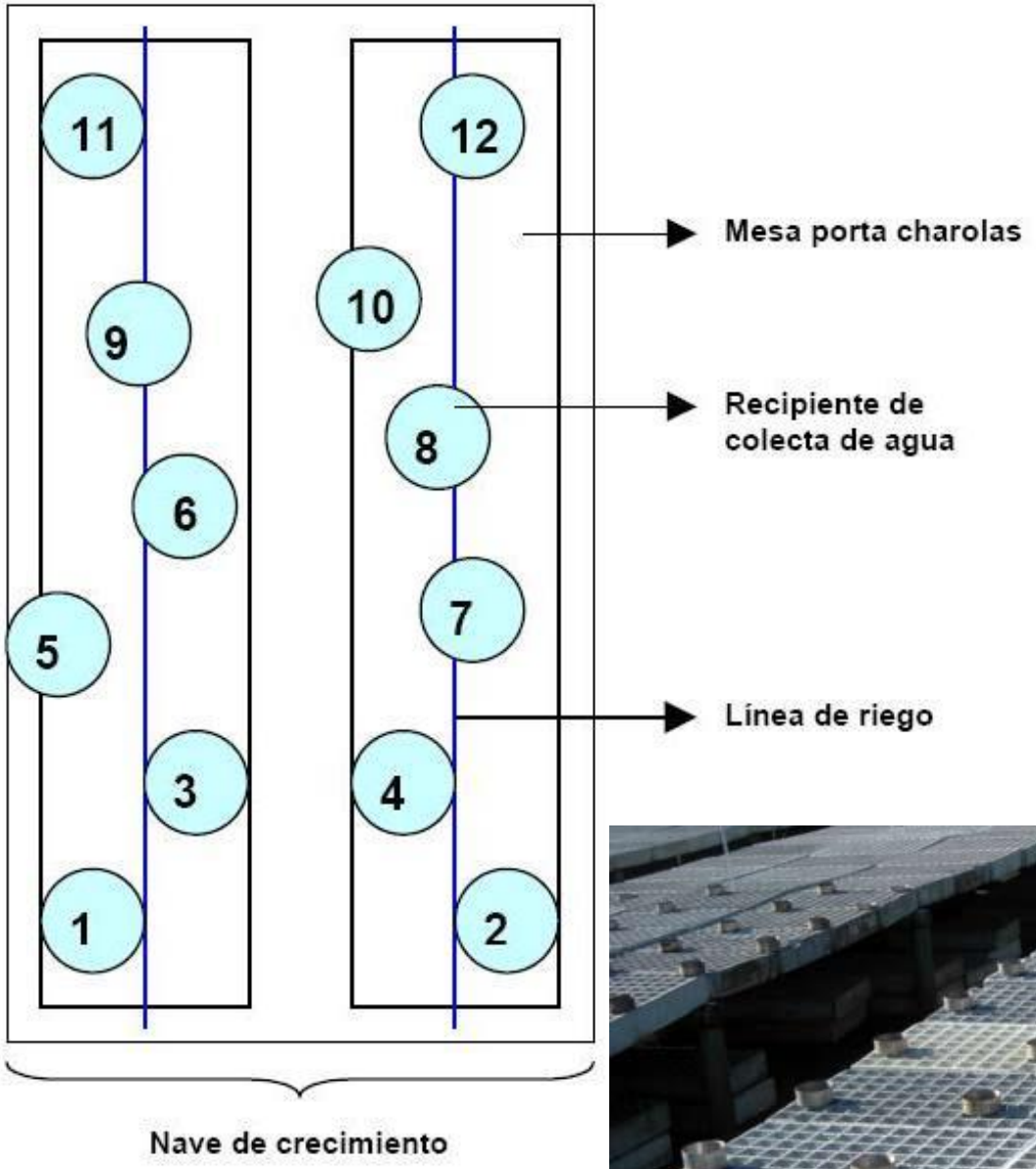
$$CU = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} |X_i - X_m|}{n * X_m} \right] * 100$$

Donde:

CU	: Coeficiente de Uniformidad de Christiansen, en porcentaje.
X_i	: Cantidad de agua recogida individualmente.
X_m	: Media de la cantidad de agua recogida.
N	: Número de colector.

Cálculo del coeficiente de uniformidad (CU) del sistema de riego







100% imposible

≤ 85% aceptable

≥ 50% inaceptable



(Escobar, 2007).

$$CU = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} |X_i - X_m|}{n * X_m} \right] * 100$$

CU : Coeficiente de Uniformidad de Christiansen, en porcentaje.

X_i: Cantidad de agua recogida individualmente.

X_m: Media de la cantidad de agua recogida.

n : Número de colector.

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)**

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

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

$CU = 100\ (1 - 0.1634)$

$CU = 100\ (0.8366)$

$CU = 83.66\ \%$

Calidad de agua en riego

- La calidad del agua deberá ser una de las primeras consideraciones en la evaluación del sitio para el establecimiento de un nuevo vivero, debido a que no existe una forma económica de mejorar la calidad del agua de riego.

  - La concentración y la composición de sales disueltas (salinidad total e iones tóxicos individuales).
  - La presencia de hongos fitopatógenos, semillas de malezas, algas, y posible contaminación con plaguicidas.

Calidad de agua en riego

Efecto	Iones involucrados	Criterio de evaluación
Disponibilidad de agua	Todos	Conductividad eléctrica (CE)
Permeabilidad del suelo	Sodio Calcio Magnesio Carbonato Bicarbonato	Tasa ajustada de adsorción de sodio (TAAS)
Toxicidad directa	Sodio	Concentración del ión (ppm)
	Cloro	Concentración del ión (ppm)
	Boro	Concentración del ión (ppm)
Disponibilidad de nutrientes	Hierro	Sin pruebas específicas
	Fósforo	Sin pruebas específicas
	Calcio	Concentración del ión (ppm)
	Magnesio	Concentración del ión (ppm)
Manchado foliar	Hierro	Concentración del ión (ppm)
	Bicarbonato	Concentración del ión (ppm)
	Calcio Magnesio	Dureza total (ppm) --

Índice de calidad	Unidades	Clasificación por calidad		
		Buena	Marginal	Pobre
Salinidad	µS/cm µmhos/cm	0-500	500-1,500	>1500
Efecto del sodio en la permeabilidad del suelo[1]	RAAS	0-6	6-9	>9
		Umbral de toxicidad		
Iones tóxicos				
Sodio	ppm	50		
	meq	2.2		
Cloro	ppm	70		
	meq	2.0		
Boro[2]	ppm	0.75		
	meq	--		
Iones nutrientes				
Calcio	ppm	100		
	meq	5.0		
Magnesio	ppm	50		
	meq	4.2		
Sulfato	ppm	250		
	meq	5.2		
Iones que producen manchado foliar				
Bicarbonato	ppm	60		
	meq	1.0		
Dureza total (Ca + Mg)	ppm	206		
Hierro	ppm	0.1		

$$RAAS = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}} * [1 + (8.4 - pHc)]$$

(Landis et al, 1989)

Calidad de agua en riego

Las sales pueden ser benéficas o perjudiciales, dependiendo de las características de los iones específicos involucrados, así como de la concentración total de sales.

El KNO_3 es una sal fertilizante, y ambos, el K^+ y el NO_3^- son iones nutrientes, mientras que otras sales, como el cloruro de sodio (NaCl), consisten de iones perjudiciales (Na^+ y Cl^-), que dañan o incluso matan el tejido vegetal.

Toxicidad de sales disueltas



4.2.14A



4.2.14B

Figura 4.2.14 Las sales disueltas, independientemente de que provengan de fuentes naturales o de fertilizantes agregados, pueden afectar a las plantas en varias formas: necrosis de márgenes foliares, o "quema de puntas" (**A**), o punteado en las hojas (**B**).

Aplicación y dosificación de riego – Anexos.

Agente de Difusión y Extensión Forestal (ADEF)

Manuel Acevedo T.
Eduardo Cartes R.

Octubre 2014

Cálculo de pesos críticos
(Método practico 2)

- Ejemplo:
  - Contenido de humedad inicial del sustrato: 25%
  - Peso de bandeja: 2 kg.
  - Peso bandeja seca + sustrato a humedad inicial: 5 kg.
  - Peso de bandeja + sustrato a capacidad de campo: 10 kg.
  - Riego al 50% de la capacidad de retención.

$$\text{Peso}_{\text{sustrato seco}} = \frac{\text{Peso}_{\text{sustrato a humedad inicial}} - \text{Peso}_{\text{bandeja}}}{1 + \left(\frac{\text{Humedad inicial}}{100}\right)}$$

$$\text{Peso}_{\text{sustrato seco}} = \frac{5 - 2}{1 + \left(\frac{25}{100}\right)} = 2{,}4 \text{ kg}$$

Cálculo de pesos críticos

Å Ejemplo:

- ï Contenido de humedad inicial del sustrato (: 25%
- ï Peso de bandeja: 2 kg.
- ï Peso bandeja seca + sustrato a humedad inicial: 5 kg.
- ï Peso de bandeja + sustrato a capacidad de campo: 10 kg.
- ï Riego al 50% de la capacidad de retención.

□ □□ □□□ □□□□□□□ □ □□ □ □□□□□□□□ □ □□□□□□□□□□ □ (□□□□□□□ □ □□□□□□□)

□ □□ □□□ □□□□□□□ □ □□ □ 10 □ (2 □ 2,4) □ 5,6 □□

Cálculo de pesos críticos
(Método práctico)

- Ejemplo:
  - Contenido de humedad inicial del sustrato (: 25%
  - Peso de bandeja: 2 kg.
  - Peso bandeja seca + sustrato a humedad inicial: 5 kg.
  - Peso de bandeja + sustrato a capacidad de campo: 10 kg.
  - Riego al 50% de la capacidad de retención.

$$\text{Peso crítico de riego} = \text{Peso bandeja seca + sustrato a humedad inicial} * \frac{\text{Riego}}{100} + \text{Peso bandeja} + \text{Peso bandeja + sustrato a capacidad de campo}$$

$$\text{Peso crítico de riego} = 5{,}6 * \frac{50}{100} + 2 + 2{,}4 = \underline{7{,}2\ \text{kg}}$$

APLICACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE RIEGO

Manuel Acevedo T. (macevedo@infor.cl)
Eduardo Cartes R. (ecartes@infor.cl)

Octubre 2014