

# Manual de Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes

Proyecto PROZONO: Alternativas al Bromuro de Metilo



▪ Ediciones

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



633.71  
P94

Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto  
PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires :  
Ediciones INTA, 2003.  
139 p. : il., fotos col., cuadros.

ISBN N° \*\*\*\*\*

TABACO CULTIVO MANEJO DEL CULTIVO PRODUCCION BANDEJAS FLOTANTES

INTA - DDIB

## **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE TABACO EN BANDEJAS FLOTANTES**

Esta publicación fue producida por el Proyecto INTA-PROZONO coordinado con la Oficina del Programa Ozono (Ministerio de Relaciones Exteriores, Culto y Comercio Exterior; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable; y Secretaría de Industria de la Nación), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El objetivo del PROZONO es la eliminación del uso del bromuro de metilo en almácigos de tabaco y hortalizas a campo en la Argentina antes del año 2007.

Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente con fines educativos y in fines de lucro sin un permiso especial del obtentor del copyright, siempre que se haga expresa mención a la fuente. PROZONO apreciaría recibir una copia de cualquier publicación que utilice este manual como fuente.

Los puntos de vista expresados en la presente publicación no representan necesariamente la visión o política del INTA, la OPROZ o el PNUD. Tampoco la eventual mención de nombres comerciales o marcas implican una recomendación o compromiso institucional de ningún tipo.

# Manual de Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes

**Proyecto PROZONO:  
Alternativas al Bromuro de Metilo**





## INDICE

Introducción.....	5
La técnica de producción en bandejas flotates.....	7
1. Elección de la bandeja.....	9
2. Construcción de la pileta.....	17
2.1. Elección del lugar.....	19
2.2. Construcción.....	19
2.2.1. Nivelación.....	19
2.2.2. Materiales.....	19
2.2.3. Pileta.....	19
2.2.4. Revestimiento.....	21
2.2.5. Llenado de la pileta.....	21
3. Agua.....	23
3.1 Calidad y fuentes de agua .....	25
3.2 Análisis de calidad de agua .....	26
4. Sustrato.....	29
5. Llenado de bandejas.....	35
5.1 El problema de la raíz espiralada.....	39
6. Siembra.....	41
7. Cubiertas protectoras.....	47
Microtúneles.....	49
Invernáculos.....	49
7.1. Temperatura.....	50

7.2. Ventilación.....	51
8. Fertilización.....	55
8.1. Manejo y monitoreo de las sales de los fertilizantes.....	59
8.2. Nutrientes.....	61
8.3. Cálculo de la cantidad de fertilizante.....	64
8.4. Inyector-dosificador.....	65
9. Tratamientos fitosanitarios.....	67
9.1 Antes a la siembra.....	69
9.2 Después de la siembra.....	70
9.3 Formación de algas.....	71
10. Poda de los almácigos.....	73
11. Transplante.....	79
Recomendaciones generales de manejo del sistema ....	83
Bibliografía.....	85
Anexo 1: .....	89
Problemas comunes de calidad de agua	
Anexo 2: .....	99
Uso del conductímetro	
Anexo 3: .....	105
Uso del inyector-dosificador	
Anexo 4: .....	109
Síntomas visuales por exceso o defecto de nutrientes	
Anexo 5: .....	115
Ejemplo de tratamientos fitosanitarios con inyector do- sificador	
Anexo 6:	
Fotos.....	119

## INTRODUCCIÓN

La obtención de buenas plantas para el trasplante es el primer paso para la producción de una excelente cosecha.

El plantín ideal es libre de enfermedades y está disponible a tiempo para el trasplante y suficientemente fuerte para sobrevivir al estrés de esta etapa del proceso productivo.

Actualmente, el tradicional sistema de producción de plantines de tabaco está siendo cambiado en todo el mundo por el sistema de almácigo flotante.

Este cambio tecnológico está motivado, principalmente, porque la nueva técnica mejora notoriamente la calidad del plantín y por la necesidad de sustituir el bromuro de metilo. En la actualidad, el 90% de la superficie cultivada con tabaco en los países europeos y en los Estados Unidos ya proviene de almácigos flotantes.

La técnica de producción en bandejas flotantes es un método sencillo y confiable, que requiere de poca mano de obra especializada, fácil, cómodo y seguro para obtener plantas de máxima uniformidad y alta calidad.

El bromuro de metilo no es necesario porque no se utiliza el suelo.

Este gas controla los insectos, plagas y malezas del suelo en forma muy eficiente. Sin embargo, se trata de un producto altamente tóxico para humanos y animales y -como si esto fuera poco- buena parte de lo aplicado termina difundándose a la atmósfera y destruyendo la capa de ozono.

El bromuro de metilo es uno de los principales responsables de lo que se conoce como el «agujero de la capa de ozono». De este modo, los perjuicios y riesgos de seguir utilizándolo resultan más importantes que los beneficios que genera.

Por esta razón, el Gobierno Argentino junto con la mayoría de los países del mundo se ha puesto de acuerdo en ir reduciendo el uso de este agroquímico para fumigar suelos hasta eliminarlo totalmente.

El Proyecto PROZONO del INTA, junto con la Oficina del Programa Ozono (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto y Secretaría de Industria) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en un esfuerzo en este sentido, buscando cumplir con el compromiso del Gobierno Argentino frente a la comunidad internacional, de eliminar el uso de bromuro de metilo en la fumigación de suelos para el año 2007.

## LA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN EN BANDEJAS FLOTANTES

La producción de plantas en almácigos flotantes se basa fundamentalmente en el uso de bandejas de poliestireno expandido, que por sus características físicas flotan en el agua desde la siembra hasta el transplante.

Las plantas en bandejas flotantes pueden producirse utilizando piletas en micro túneles o en invernáculo.

Para decidir el sistema adecuado en una explotación tabacalera se debe tener en cuenta, entre otros factores, la superficie de tabaco, los costos de producción y la practicidad para realizar las tareas que necesita el cultivo (podas, tratamientos fitosanitarios, etc.).

En determinados sistemas tabacaleros del país, principalmente aquellos productores que tienen superficies pequeñas de tabaco, pueden obtener plantas de calidad utilizando piletas en micro túneles sin necesidad de construir un invernáculo.

Como orientación, se podría decir que a partir de una explotación de aproximadamente 10 hectáreas la utilización de un invernáculo empieza a resultar conveniente. Aún así productores de grandes superficies también han encontrado en los micro túneles una alternativa más adecuada a sus posibilidades de inversión y realizan un manejo técnico muy eficiente.

La metodología de producción en bandejas flotantes tanto en micro túneles como en invernáculos, comprende las siguientes etapas:

- Construcción de la pileta.
- Llenado de la pileta con agua y fertilización.
- Llenado de las bandejas con sustrato y siembra.
- Cubierta protectora.

- Tratamientos fitosanitarios.
- Podas.

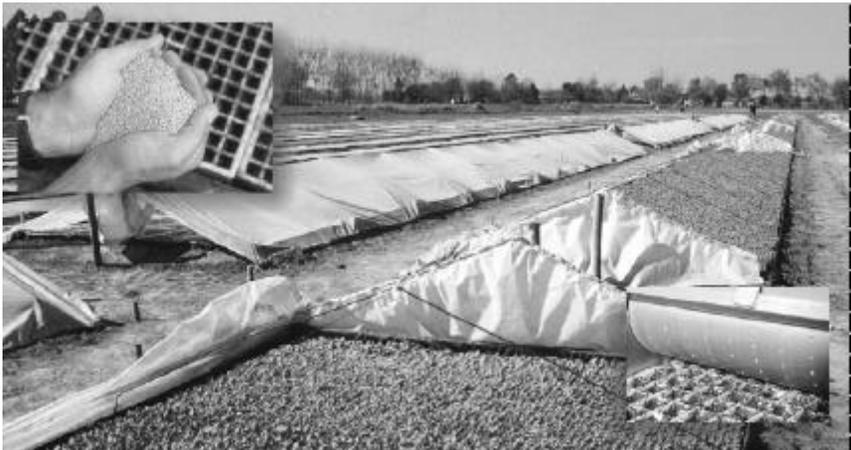
La técnica de producción de plantas en bandejas flotantes requiere de observaciones constantes de las piletas, de manera de prevenir riesgos desde el punto de vista nutricional y de sanidad durante todo el proceso, asegurando así el éxito del sistema.

### **Ventajas del almácigo flotante**

- \* Mayor número de plantas por metro cuadrado.
- \* Los plantines son más uniformes y se necesita menos selección.
- \* La fase de trasplante es más rápida, cómoda y eficaz (menor reposición).
- \* No hay stress postrasplante y se adelanta la primera labor.
- \* Uniformidad en el crecimiento a campo de los plantines, favoreciendo las operaciones posteriores del cultivo.
- \* **No es necesario el uso del bromuro de metilo.**
- \* No hay que eliminar malezas.
- \* Disminución de la mano de obra necesaria
- \* Economía en el uso del agua
- \* Mayor control del plantín

Los costos por hectárea disminuyen cuando el porcentaje de plantines viables aumenta. Además, las prácticas de manejo que mejoran y promueven un desarrollo uniforme reducen los costos de producción.

## 1. ELECCIÓN DE LA BANDEJA





Es muy importante elegir la bandeja apropiada.

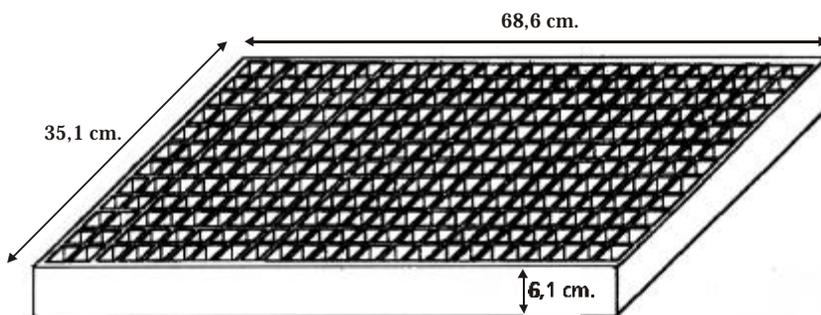
La mayoría de los productores prefieren plantines de mayor tamaño que se obtienen con las bandejas de 200 celdas, pero el costo por hectárea es menor cuando se logran plantines más pequeños producidos en bandejas de 338 ó 392 celdas.

Este tipo de bandejas ocupa menos espacio y se pueden utilizar piletas más pequeñas para producir un mayor número de plantines. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el riesgo de enfermedades y las frecuencias de desmoche o poda aumenta con la cantidad de celdas. El manejo se complica mucho por la alta densidad de plantas.

Las bandejas de 242, 253 y 288 celdas son un término medio adecuado. El largo del tallo es similar entre plantines producidos con esos tres tipos de bandeja e intermedios cuando se los compara con la longitud del tallo de plantines de bandejas de 392 y 200 celdas.

**La bandeja más utilizada en Argentina para el tabaco es la de poliestireno expandido de 288 celdas.**

Las medidas estandarizadas de estas bandejas pueden observarse en la siguiente figura:



En investigaciones realizadas en la Virginia Tech University (USA) para comparar el impacto del número de celdas en el tamaño del plantín y su desempeño en el campo se comprobó que no existían diferencias significativas entre las bandejas de 200 y 288 celdas. En cambio, las plantas provenientes de bandejas de 338 y 392 celdas eran significativamente más pequeñas que las anteriores. Sin embargo, no existieron diferencias en el stand de plantas, en la precocidad o en el rendimiento final de ninguno de los tipos de bandejas evaluadas.

Además del número de celdas, resulta importante conocer otras características de las bandejas que se utilizan: densidad, longitud, ancho, altura y capacidad de la celda o alvéolo.

Entre las características más importantes de la bandeja de telgopor está su **densidad**. A mayor densidad, mayor es la

duración esperada de la bandeja. La densidad más adecuada es la de 32 y 35 g/litro, cuya resistencia asegura la reutilización de la misma.



El alvéolo o celda debe tener forma de tronco piramidal o tronco cónico invertido y

el volumen tiene que estar comprendido entre 16 y 26  $\text{cm}^3$  (ver dibujo). En las bandejas más difundidas (288 celdas) el volumen de cada celda es de 17 centímetros cúbicos.

Cuando se adquieran por primera vez, debe elegirse la bandeja que sea de uso más difundido para tener una mayor posibilidad en el futuro de encontrar el mismo modelo. Además,

será más fácil de esta manera adquirir los equipos necesarios para mecanizar determinados trabajos.

Cuando haya que comprar nuevas bandejas para reponer o para aumentar el número de las que dispone la explotación, deben adquirirse las del mismo tipo. El fabricante puede variar las características de los modelos a utilizar y es mejor que todas las bandejas de la explotación sean iguales. Si las nuevas adquisiciones poseen distintas características, existe una alta probabilidad de encontrarse con dificultades a la hora de mecanizar algunos trabajos habituales (como el llenado o la siembra), o no se ajustarán en las piletas o consumirán distinta cantidad de sustrato modificando las previsiones, no entrarán en las cajoneras de transporte o en los soportes de la transplantadora, etc.

### **1.1 Cuidado y sanidad de las bandejas:**

Un buen programa sanitario es crítico para el éxito sostenido del sistema flotante. Para muchas de las enfermedades que pueden producirse en este sistema, la única defensa es la prevención.

La limpieza de las bandejas es una tarea complicada ya que se trata de un material poroso. A medida que las bandejas se usan en varias campañas, se vuelven todavía más porosas y con cada uso sucesivo, más raíces penetran dentro del poliestireno.

Esto puede provocar la presencia de patógenos en profundidad dentro del material de la bandeja con la consiguiente dificultad para llegar con productos sanitarios.

**La vida útil de una bandeja no depende solamente de su densidad, también está estrechamente relacionada con el cuidado en su uso.**

Las bandejas deben limpiarse inmediatamente luego de extraídos los plantines ya que pueden estar contaminadas con

diferentes patógenos.

Tras el trasplante, quedan restos de sustrato y raíces que se retiran fácilmente utilizando agua a presión. Si la bandeja se deja en el campo por varios días, estos restos se secan y será necesario cepillarla enérgicamente para eliminarlos, acelerando su desgaste.

Para la limpieza de la bandeja pueden utilizarse varios métodos:

a) sumergirlas en una **solución al 10% de lavandina comercial** (por ejemplo 4 litros de lavandina en 36 litros de agua) . Soluciones más concentradas no dan mejores resultados y si no se airean y lavan bien a posteriori, los residuos pueden causar problemas, especialmente con las bandejas más viejas que tienden a absorber más.

La lavandina funciona mejor si la bandeja es lavada previamente con agua jabonosa y luego sumergida varias veces en la solución. Luego de este paso las bandejas deben cubrirse con un plástico y dejarse toda una noche de modo que la lavandina haga su efecto. Al día siguiente deben lavarse en agua limpia y dejarlas secar al aire libre de modo de eliminar los restos de cloro que pudieran quedar en sus poros.

Es importante que la solución de lavandina se mantenga en un pH debajo de 6,8. También es fundamental que la solución se renueve totalmente cada 2 horas, o cuando quede muy sucia, ya que la materia orgánica desactiva rápidamente los componentes activos de la lavandina.

b) sumergirlas en una **solución al 0,5% de amonio cuaternario**. A pesar de que muchos productores la usan, algunas experiencias indican que no resulta tan efectivo como se espera. En ensayos de la Universidad de Kentucky (USA) los resultados con este método han sido siempre inferiores a los de los otros.

c) el **uso de vapor** ha demostrado ser la forma de desinfección más adecuada, aunque obviamente resulta ser la más cara. Este método es especialmente recomendado para productores comerciales de plantines a gran escala. Productores que hayan instalado calderas para sus estufas de tabaco Virginia podrían ensayar esta aplicación.

El principal desafío de este método es controlar la temperatura de modo que sea suficiente para destruir los patógenos, y que no tan alta como para dañar las bandejas. Temperaturas de 80 a 85°C por 30 minutos han dado buenos resultados.

Ver: FOTO N°1 anexo 6

## **1.2 Almacenamiento de las bandejas:**

Una vez limpias y desinfectadas, las bandejas deben almacenarse en un lugar resguardado de los rayos del sol para evitar que se deformen o degraden. No deben guardarse dentro de los mismos invernaderos, donde los rayos ultravioletas del sol y el calor las dañarán con seguridad.

A su vez, se deben colocar en un lugar elevado, para protegerlas de las gallinas y roedores, conformando paquetes de 10 ó 20 bandejas con una cinta adhesiva de papel. Es aconsejable utilizar algún raticida y realizar un seguimiento del mismo para proceder a su reposición si fuera necesario.

Al reutilizar las bandejas en años sucesivos, resulta conveniente volver a sumergirlas en la solución de lavandina al 10% o amonio cuaternario (solución al 0,5%) con el fin de eliminar el polvo acumulado durante el almacenamiento así como cualquier otro resto contaminante que hubiera podido caer sobre ellas y sumergirlas posteriormente en agua limpia.

La solución de lavandina mata a los patógenos que pudiera haber en las bandejas por contacto. De modo que siempre es mejor lavarlas una vez que ha hecho efecto. No tiene sentido

dejar que el producto se mantenga en el material de la bandeja ya que no por ello realiza un mejor control, y podría llegar a afectar a las plantas.

## 2. CONSTRUCCIÓN DE LA PILETA





La pileta consta de una estructura rígida como perímetro exterior y un revestimiento con lámina de polietileno sobre el que se añade el agua. La construcción se puede hacer con diversos materiales.

## 2.1. Elección del lugar

Es importante la elección del lugar donde construirla:

- \* debe estar protegido de vientos,
- \* lejos de caminos con polvo,
- \* con una orientación de norte a sur con el objetivo del máximo aprovechamiento de la energía solar y
- \* próximo a una fuente de agua de adecuada calidad.

## 2.2. Construcción

### 2.2.1 Nivelación

Una buena nivelación del terreno resulta fundamental para el manejo del agua en las piletas y, además, permite una distribución uniforme de la lámina.

Es conveniente dar una pendiente del 0,2% (10 cm en 10 m) hacia los laterales para facilitar el desagote.

### 2.2.2. Materiales

El marco de la pileta puede ser de madera, ladrillos, alambre, chapa metálica, etc.

Ver anexo 6 color FOTOS N° 2, 3 Y 4

### 2.2.3. Pileta

Las **dimensiones** estarán definidas por el tipo de bandeja elegida y las cantidades de plantines a producir. Un cálculo preciso de la longitud y ancho permitirá la correcta posición de las bandejas en la pileta, sin dejar espacios libres, impidiendo así el paso de luz al agua y por lo tanto evitando el desarrollo de algas.

Tomando como referencia la bandeja de 288 celdas (la bandeja de uso más extendido para el tabaco en la Argentina), a continuación se muestra un ejemplo del cálculo del tamaño de la pileta para producir en un micro túnel plantas para 1 ha, considerando un remanente por posibles pérdidas, es la siguiente:

**Cuadro 1. Superficie necesaria para producir plantines para 1 ha**

Nº de celdas por bandeja	Nº de bandejas por pileta(*)	Dimensiones de la pileta (m)	Superficie de la pileta (m <sup>2</sup> )	Plantas por pileta
288	76	13,30 x 1,40	18,62	21.888

(\*) Se colocan dos bandejas a lo ancho

Obviamente, se debe partir del número de plantas necesarias para una hectárea, agregar un porcentaje por posibles pérdidas y definir entonces el número de bandejas, y consecuentemente la dimensión de las piletas para la cantidad total de hectáreas necesarias.

Los **laterales** de la pileta deben ser lo más rectos posibles de modo de impedir que la luz llegue al agua evitando la aparición de algas. Cuando los laterales se hacen simplemente con alambre es importante evitar que éste se combe una vez que se llena la pileta con agua. Para ello basta agregar algunas pequeñas estacas en cada costado.

La **altura de la pileta** debe ser de 15 cm. De éstos, 10 cm son ocupados por agua y el resto por la bandeja. Luego de la germinación, se recomienda mantener las bandejas flotando a 1 a 2 cm por encima del borde de la pileta.

Un cercado alrededor del área de producción de almácigos es la solución ideal para evitar los daños que producen los ani-

males domésticos e impedir el paso de personas ajenas a la producción.

En los **invernáculos**, la construcción de las piletas se adecua a las dimensiones de los mismos. En un invernáculo de 100 por 10 metros, se recomienda la construcción de 8 piletas de 24 por 4,60 metros, con capacidad para contener 455 bandejas de 288 celdas. Esta distribución –dejando veredas- facilita el manejo del sistema en las distintas etapas de conducción, principalmente durante la siembra, la fertilización, el control de las enfermedades y la extracción de los plantines para el transplante.

Se recomienda prever y dejar espacio suficiente entre las construcciones de los invernáculos de por lo menos 4 m para mejorar la ventilación. Además, se permitirá el paso de los vehículos que se llevarán las bandejas y se evitarán daños por impactos a las estructuras.

#### **2.2.4. Revestimiento**

El revestimiento de la pileta se realiza con polietileno negro de 150 a 200 micrones. En algunos casos, se debe prever utilizar plástico de menor densidad (100 micrones) y cambiarlo todos los años para prevenir el contagio de plagas y enfermedades.

El suelo donde se colocará el polietileno debe estar nivelado, sin irregularidades, eliminando piedras y troncos que dañarán el plástico. Se recomienda colocar un aislante: arena, plásticos usados, etc. para evitar pinchaduras que provoquen después filtraciones de agua, con el riesgo de pérdida de plantas.

Ver FOTO N° 5 anexo 6

#### **2.2.5. Llenado de la pileta**

El llenado con agua de la pileta puede ser manual o automatizado. La altura necesaria de agua es de 10 cm, aunque es aconsejable aportar al principio algo más (de 1 a 2 cm) para compensar las pérdidas de succión del sustrato.

Ver : FOTO N°6 anexo 6

Para calcular el volumen de agua necesaria para una pileta determinada realice el siguiente cálculo:

- mida el largo y ancho interiores de la pileta
- la altura del agua será de 10 cm (0,10 m)
- Multiplique largo por ancho por altura y obtendrá los metros cúbicos de agua necesarios. Un metro cúbico son 1.000 litros de agua.

Por ejemplo: si la pileta tiene 13,30m de largo y 1,40m de ancho la cuenta es:  $13,30\text{ m} \times 1,40\text{ m} \times 0,10\text{ m} = 1,86\text{ m}^3 = 1.860$  litros de agua

### 3. AGUA





### 3.1 Calidad y fuentes de agua:

El pozo es la fuente de agua más deseable. El agua de pozos superficiales es generalmente de calidad aceptable mientras que la de pozos profundos puede ser de baja calidad en ciertas zonas del país.

Con respecto a aguas superficiales (ríos, arroyos, acequias), es preferible no utilizarlas.

El cuidado debe relacionarse con la posibilidad de que contenga herbicidas dañinos que se han introducido al agua por escorrentía superficial desde campos agrícolas cercanos. También pueden venir cargadas de patógenos de otros campos vecinos.

El uso de aguas estancadas no es para nada recomendable por la cantidad de microorganismos y materia en suspensión que pueden contener.

Una situación parecida se encuentra con el agua de las acequias por la cantidad de filamentos de algas que transportan. Por lo tanto, cuando se utilice agua provenientes de acequias o represas, se recomienda el filtrado y/o el uso del permanganato de potasio para decantar cualquier resto que haya en el agua<sup>1</sup>.

También es posible aplicar el permanganato de potasio cuando se desarrollan algas en el agua de la piletta durante la etapa de almácigo, utilizando una dosis de 0,1 mg a 1,0 mg por litro de agua. El uso de dosis mayores puede producir daños en las raíces y retraso en el desarrollo de las plantas.

**El permanganato de potasio sólo debe utilizarse en circunstancias muy acotadas y con sumo cuidado.**

Más allá de la fuente utilizada, todas las aguas contienen algunas impurezas consistentes típicamente de elementos y componentes químicos tales como sodio, cloruros, hierro, boro

---

<sup>1</sup> Si se va a utilizar permanganato de potasio, lo mejor es llenar las piletas unos días antes de colocar las bandejas porque se permitirá una mejor actuación del producto antes de la siembra.

y bicarbonato. Algunas de estas sustancias (boro, por ejemplo) pueden ser benéficas al desarrollo de la planta cuando se presentan en pequeñas cantidades y otras pueden ser perjudiciales.

La producción en almácigos flotantes puede ser satisfactoria usando agua que contenga un amplio rango de componentes si, tras el análisis de una muestra, se realizan acciones de corrección antes de la siembra.

Por lo tanto, para la producción en almácigos flotantes es importante:

- la selección cuidadosa de la fuente,
- la realización de un análisis del agua a utilizar y
- tomar las medidas correctivas cuando sean esenciales.

### **3.2 Análisis de calidad del agua:**

La única manera de prevenir cualquier problema con el agua a utilizar en las piletas del sistema flotante es hacer un análisis previo a su uso.

Para extraer una muestra de cada fuente potencial de agua, se puede utilizar una botella plástica limpia (por ejemplo de gaseosa) con su tapa.

Es necesario enjuagar la botella varias veces antes de ser usada (preferiblemente con la misma agua que se va a analizar). No debe usarse jabón para lavarla. Se recomienda que el agua de la fuente corra por algunos minutos antes de recoger la muestra. Para pozos recientemente construidos, hay que dejar el agua correr no menos de 30 minutos para nivelar el sistema de impurezas de la nueva perforación.

Una vez extraída, la muestra –debidamente etiquetada con los datos del propietario, ubicación y fuente de agua- debe ser enviada a un laboratorio para su análisis.

**Generalmente las Estaciones Experimentales del INTA, algunas universidades u organismos provinciales poseen laboratorios que realizan análisis de aguas a precios accesibles.**

Las características deseables para el agua usada en los almá-cigos flotantes de tabaco son:

**Cuadro 2.** Características deseables del agua

	RANGO DESEABLE
Conductividad Eléctrica (CE) ( $\mu$ S/cm)	0 - 750
Relación de Absorción de Sodio (RAS)	0 - 4
Carbonatos totales (TC) (meq/l)*	0 - 2
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/l)*	0 - 100
Cloruro (mg/l)	0 - 70
Hierro (mg/l)	0 - 2
Boro (mg/l)	0 - 2
Sodio (mg/l)	0 - 70
Calcio (mg/l)	20 - 100
Magnesio (mg/l)	6 - 25
Zinc (mg/l)	0 - 2
Cobre (mg/l)	0 - 2
Molibdeno (mg/l)	0 - 0,1
Nitrato (mg/l)	0 - 5
Manganeso (mg/l)	0 - 2
Fósforo (mg/l)	0 - 5
Potasio (mg/l)	0 - 10
Aluminio (mg/l)	0 - 5
Fluoruro (mg/l)	0 - 1

\* Alcalinidad y cantidad de carbonatos totales son medidas de una misma propiedad del agua. Es probable que un laboratorio sólo informe una de ellas

**Fuente:** W. D. Smith, G F. Peedin, y L R. Fisher. Cooperative Extension Service. North Carolina State University. College of Agriculture and Life Sciences. 2000.

Los tres parámetros de calidad de agua más importantes para un productor son:

- pH
- sales solubles (conductividad) y
- alcalinidad o carbonatos totales

En el Anexo 1, se discuten algunos problemas comunes de calidad de agua y los pasos que pueden ser tomados para corregirlos.

Cada vez que agreguemos agua a las piletas debemos tener la completa seguridad de que no contenga restos de herbici-

das. Por ejemplo, si los márgenes de la acequia de donde se extrae el agua han sido objeto de tratamiento, debe mantenerse unos días como plazo de seguridad antes de proceder a llenar las piletas.

La altura del agua en la pileta debe mantenerse alrededor de los 10 cm con una oscilación de más o menos 2 cm durante todo el ciclo de producción para que las bandejas sobresalgan por encima del borde.

## 4. SUSTRATO





El sustrato es el soporte en el que se va a desarrollar el sistema radicular y a través del cual las raíces absorberán la humedad y tomarán las sustancias nutritivas.

Generalmente se trata de mezclas de componentes orgánicos y minerales.

Para el cultivo del tabaco, los sustratos suelen estar basados en turbas en combinación con vermiculita y perlita. Sin embargo, en otros países se está usando como base la corteza de pino molida y compostada mezclada con otros componentes.

La distribución del tamaño de las partículas y la carga de nutrientes son importantes factores en la conveniencia de un sustrato para la producción de plantines. Además, debe tenerse en cuenta el contenido de humedad y la ausencia de palos, tallos, terrones, semillas de malezas y patógenos.

El tamaño de las partículas en un sustrato debe ser similar a la textura de un suelo y está determinada por la cantidad y tamaño de los componentes en la mezcla (turba, vermiculita, perlita y otros). La distribución del tamaño determina características como aireación, capacidad de retener agua, drenaje y capilaridad, importantes para el desarrollo vegetal.

Las investigaciones han mostrado que lo mejor es un amplio rango de tamaño de partículas en el sustrato. El predominio de una textura muy gruesa, tal como aquellos con un 50% o más de perlita, por ejemplo, promueve celdas secas. Los que tienen un 100% de turba son menos satisfactorios que los sustratos que también contienen perlita, vermiculita o ambos.

La turba debe ser fina y cribada, con un tamaño de partículas entre 0,5 a 1,5 mm.

Una composición recomendable del sustrato se presenta en el siguiente cuadro.

No obstante ello, nuevos sustratos con diferentes característi-

cas estan apareciendo en el mercado y son ensayados para comprobar su eficacia.

**Cuando se va a comprar un sustrato es importante saber si ha sido ensayado localmente y si existe experiencia previa que asegure su buen funcionamiento para el cultivo del tabaco.**

<b>SUSTRATO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 50% Turba rubia.</li><li>● 50% de vermiculita.</li><li>● pH de 5,8 a 6,3.</li><li>● Producto mojante.</li><li>● Muy poco o nada fertilizado.</li><li>● Humedad 60%.</li></ul>
-----------------	---

Un sustrato adecuado debe estar exento de cualquier resto de materias extrañas (raíces, troncos, etc.) para facilitar el llenado uniforme de las celdas de las bandejas. Un pedazo de raíz, por ejemplo, puede romper la capilaridad de una celda provocando el secado del sustrato y, por lo tanto, perjudicar la germinación.

Es recomendable el uso de un sustrato con **baja carga de fertilizante**. Esto facilita el manejo de los nutrientes del almácigo, agregando aquellos que sean necesarios directamente en la pileta.

Con un **pH** del sustrato superior a 7, se reduce la disponibilidad de algunos nutrientes para las plantas. Con un pH bajo, se puede provocar fitotoxicidad por micronutrientes afectando el crecimiento.

El **producto mojante** tiene la propiedad de mejorar la absorción del agua por el sustrato.

El uso de un sustrato prehumedecido disminuye la cantidad de material que cae del fondo de cada celda de la bandeja y

aumenta la velocidad de germinación comparado con un sustrato seco. Sin embargo, estos pueden no tener una consistencia tan uniforme como el sustrato seco.

Los sustratos se comercializan en bolsas, cuyo volumen se expresa en litros, siendo de 80 y 107 litros los más utilizados.

A veces, estas cantidades se encuentran **comprimidas** en la bolsa y el **rendimiento final** es una mayor cantidad de litros una vez que se desmenuza. Por lo tanto, a la hora de adquirir el sustrato es muy importante saber si la bolsa viene o no comprimida, de modo de no comprar cantidades equivocadas de acuerdo con la necesidad.

La cantidad de sustrato a adquirir estará en función del tipo de bandeja a utilizar. A continuación se presenta una fórmula práctica a calcular:

$$\text{N}^\circ \text{ de bandejas} \times \text{N}^\circ \text{ de alvéolos por bandeja} \times \text{capacidad de alvéolo (L)} = \text{volumen de sustrato necesario}$$

$$\text{Volumen de sustrato necesario} / \text{litros de sustrato por bolsa} = \text{número de bolsas necesarias}$$

Siguiendo la fórmula anterior se podrá adquirir la cantidad necesaria de sustrato, evitando así comprar en exceso. El sustrato envejecido que se guarda de una campaña para otra pierde parte de sus propiedades (deterioro de la turba, falta de efectividad del mojante, etc.) y por lo tanto, no es conveniente almacenarlo.

Como información general, se considera que son necesarias 5,5 litros/sustrato por bandeja de 288 celdas y cada bolsa de 80 litros alcanza para llenar 14 bandejas. Si en una hectárea se utilizan 84 bandejas, por ejemplo, se necesitarán 6 bolsas de 80 litros.



## 5. LLENADO DE BANDEJAS





El llenado de las bandejas es una de las etapas del sistema flotante que puede provocar mayores problemas si no se realiza correctamente.

La calidad del llenado tiene un impacto directo en el número de plantines que germinan y eventualmente llegan al trasplante.

Los dos problemas más comunes relacionados al llenado de bandejas son:

- celdas secas
- raíz espiralada

Las celdas se deben llenar uniformemente con el sustrato y este no debe compactarse para favorecer el normal crecimiento de las raíces y evitar la raíz espiral aérea. La compactación excesiva reduce el tamaño del espacio de los poros en el sustrato y, por lo tanto, el agua desplaza el oxígeno en los poros más pequeños después que las bandejas están flotando con posteriores problemas en el desarrollo radicular.

Una vez distribuido uniformemente el sustrato sobre la bandeja con la mano, llenando bien todas las celdas.

Ver FOTO N° 7 anexo 6

No presione el sustrato sobre la bandeja. Para asentarlos en las celdas, simplemente levante la bandeja unos centímetros y déjela caer sobre la mesa de trabajo una o dos veces.

Es importante revisar cuidadosamente que las bandejas estén uniformemente llenas. Una manera de verificar el llenado uniforme es levantando la bandeja con ambas manos y observando que el sustrato haya llegado hasta el fondo en todos los orificios inferiores de las celdas. Otra forma es observar que al colocar las bandejas en la pileta, todas las celdas cambien de color al humedecerse.

**Es preferible vaciar y volver a cargar una bandeja mal llena, a sembrarla y arriesgarse a perder parte de las plantas por el problema de celdas secas.**

Las **celdas secas** son un problema común en los sistemas flotantes, particularmente en las bandejas nuevas porque flotan más alto que las viejas y porque es más difícil contener el sustrato que cae a través del orificio en el fondo de ellas.

Este problema puede ser reducido:

- (1) usando un sustrato prehumedecido,
- (2) llenando las bandejas uniformemente,
- (3) tamizando el sustrato que contiene excesivas cantidades de palillos y terrones antes de llenar las bandejas y
- (4) humedeciendo las bandejas nuevas antes del llenado simplemente sumergiéndolas en agua.

**El uso de sustratos prehumedecidos es altamente recomendable.**

No es conveniente, sin embargo, agregar agua a un sustrato a no ser que resulte absolutamente necesario. Mientras mantenga la humedad suficiente como para que no caiga por el orificio inferior de las celdas, es preferible usar un sustrato que se ha secado un poco, a agregarle humedad.

Para saber si un sustrato tiene la humedad adecuada, tome un puñado, aprételo en su mano, luego ábrala y observe cómo reacciona: si comienza a deshacerse en pequeños agregados pero mantiene su forma general, la humedad es la correcta. Si, en cambio, se deshace en pequeñas partículas individuales, quiere decir que está demasiado seco, mientras que si permanece agregado como un terrón, sin deshacerse en absoluto, el sustrato está excesivamente húmedo.

## 5.1 El problema de la raíz espiralada<sup>2</sup>:

Las raíces espiraladas representan un problema bastante común en sistemas flotantes en diversas regiones tabacaleras del mundo. Ocurre cuando la raíz de una planta recién germinada no penetra adecuadamente en el sustrato y se desarrolla al aire. Generalmente una parte estas plantas sobrevive -aunque se atrasan mucho respecto de las normales- pero la mayoría termina muriendo.

De acuerdo con el pensamiento convencional hasta el momento, el problema podría tener que ver con la excesiva compactación del sustrato al momento de llenarse las bandejas.

Cuando el sustrato se compacta, el tamaño de los poros se reduce. Una vez que las bandejas se colocan en la pileta, el agua sube por capilaridad desplazando el oxígeno de estos poros reducidos y ese fenómeno provocaría la raíz espiralada.

Sin embargo, investigaciones recientes muestran que son muchos los factores que influirían para provocar este problema, que resultaría de una compleja interacción entre variedad de tabaco, sustrato y ambiente. Por ejemplo, diferencias entre variedades en cuanto a raíz espiralada son muy comunes, pero no se sabe si estas diferencias son genéticas, o una coincidencia que incluye el momento de germinación, un ambiente favorable al espiralado, el material de pelleteado de la semilla, o alguna combinación de estos factores.

Algunos ensayos han mostrado que existen diferencias entre semillas de una misma variedad y lote pelleteadas por distintas compañías. También se han observado diferencias varietales entre semillas pelleteadas por una misma compañía.

---

<sup>2</sup> La referencia central de este tema ha sido tomada de Smith D. y Spears J.; "Transplant production with float system"; en 2003 Burley Tobacco Information; North Carolina Cooperative Extensión Service; NC State University, USA; 2003.

No obstante, la localización también puede resultar un factor, ya que se observan diferencias entre semillas de una misma variedad y sustrato utilizado en ensayos conducidos en distintas regiones. Algunas diferencias en espiralado también se han observado con distintas marcas de sustrato. Sin embargo estas diferencias no se mantienen a lo largo de los años.

Recientemente, una investigación llevada adelante por la firma *Rickard Seed Company* (USA) encontró que los **pellets** se endurecen cuando pasan repetidos ciclos de secado y posterior humedecido, como sucede a veces cuando la temperatura y humedad varían del día a la noche en los túneles o invernáculos. Un pellet endurecido constituye una barrera entre la raíz que emerge y el sustrato, impidiendo la normal penetración en el mismo.

Por lo tanto, parecería ahora que la raíz espiralada podría ocurrir cuando el ambiente del invernadero o túnel contribuye de alguna manera a que la superficie del sustrato esté muy húmeda así como demasiado seca.

Algunos ensayos en USA muestran que sería posible reducir el espiralado o aún eliminarlo cubriendo la semilla luego de sembrada en la celda con algo menos de 1 cm. de sustrato (turba+vermi-culita+perlita). En los tratamientos sin cubrir el espiralado alcanzó al 20% mientras que en los cubiertos no se presentó en absoluto.

A pesar de que estos ensayos resultan promisorios, por ahora esta práctica no es recomendable salvo a nivel de pruebas, en un porcentaje bajo de las bandejas y sólo en aquellos casos en que el espiralado de raíces efectivamente constituya un problema.

## 6. SIEMBRA





La emergencia y el desarrollo uniforme son necesarios para la obtención de un alto porcentaje de plantines útiles.

Una investigación conducida en 1999 mostró que, una demora de tan sólo cinco días en la emergencia de un 25% de las plantas podía resultar en una reducción considerable de plantines al final de la etapa de almácigo. Además, los resultados de este estudio advirtieron que la poda posterior no corrige el desarrollo irregular cuando la emergencia es demorada (Smith y Rideout, 2000).

En la siembra de almácigos flotantes debe utilizarse semilla pelletizada, de tamaño uniforme y poder germinativo superior al 95%. La semilla de tabaco es naturalmente pequeña y si no estuviera pelletizada resultaría imposible realizar una siembra precisa como la que se requiere en este sistema: en cada celda de la bandeja debe haber una sola semilla<sup>3</sup>.

Ver FOTO N°8 anexo 6

Previo a la siembra, con la ayuda de un marcador, se aconseja realizar una pequeña depresión en el centro de la celda don-

---

<sup>3</sup> En caso de no tener ninguna posibilidad de acceder a semilla pelletizada es posible sembrar las bandejas con semilla sin pelletizar, tratando de ajustar al máximo la cantidad de semillas en la celda. Una vez que las plantitas llegan a un tamaño razonable (15 a 30 días dependiendo de la temperatura) es necesario:

- ralear las plantitas dejando sólo una por celda y/o
- trasplantar las pequeñas plantitas a nuevas bandejas (una por celda) hasta completar el ciclo.

Si se va a utilizar este sistema –que no está totalmente probado aún- hay que considerar que los costos en tiempo y mano de obra son mayores y que el estrés que sufren las plantas es mayor, con lo que pueden producirse pérdidas.

Para ajustar al máximo los tiempos, es recomendable llenar las bandejas que recibirán las plantitas uno o dos días antes, apilarlas y cubrirlas con plástico para evitar que se seque el sustrato. De acuerdo con experiencias de Estados Unidos –donde esta práctica se conoce como “plug and transfer” - es posible trasplantar unas 1.200 a 1.600 plantitas por hora de unas bandejas a otras.

El criterio es que entre que unas bandejas se sacan de las piletas, se realiza el trasplante y las nuevas bandejas se colocan sobre el agua, transcurra el menor tiempo posible.

de se depositará la semilla. Durante la siembra, es conveniente asegurarse que una única semilla quede ubicada en el centro de cada celda.

Ver FOTO N°9 anexo 6

**No utilizar el marcador para compactar el sustrato. Su función es contribuir a colocar la semilla en el lugar adecuado de la celda.**

Para la germinación de las semillas no es necesario humedecer superficialmente las bandejas sembradas antes o después de ponerlas a flotar.

Lo mejor es que la siembra se realice en un lugar lo más cercano posible a las piletas. Si esto no fuera factible, una manera de fijar la semilla al sustrato y asegurar que el mismo no se reseque durante el transporte de la bandeja es por medio de una ligera pulverización.

El transporte de las bandejas sembradas debe realizarse con cuidado para evitar pérdidas del sustrato.

**La operación de siembra ideal es aquella que permite llenar adecuadamente la bandeja con sustrato, sembrarla y colocarla en la pileta en el menor tiempo posible.**

En el sistema de almácigos flotantes es recomendable sembrar y disponer de una producción de plantas entre 15 y 20 % superior a las necesidades reales para cubrir imprevistos.

Algunos productores han optado por ubicar en la cabecera de cada pileta algunas bandejas en las que siembran el doble de semillas (dos por celda). Estas bandejas permiten –en las primeras tres semanas- repicar plantitas a las celdas que pudieran haber fallado por distintas razones. De esta manera el porcentaje de eficiencia se acercará mucho al 100%, aunque a un cos-

to mayor de mano de obra.

Ver FOTO N°10 anexo 6

De acuerdo con la escala de producción, la siembra puede ser manual o mecánica.

Para pequeñas cantidades de bandejas es posible utilizar una sembradora manual, conocida como bandeja sembradora. Como es posible observar en la foto, la misma consta de dos cajas superpuestas, la inferior fija y la superior móvil, ambas con orificios distribuidos de igual manera que la bandeja a sembrar. Las semillas se depositan en los orificios del cajón superior y luego por desplazamiento del mismo se hace coincidir con los orificios del cajón inferior, cayendo la semilla por gravedad al centro de cada celda de la bandeja.

Ver FOTO N°11 anexo 6

En una escala mayor de producción puede usarse un dispositivo similar al anterior que funciona en forma neumática, absorbiendo la semilla en una placa cribada con la succión de una aspiradora común. Una vez que cada criba tiene una semilla, la máquina se ubica sobre la bandeja previamente rellena con sustrato y marcada y se corta la succión. Cada semilla cae en una celda y se completa el proceso.

Ver FOTO N°12 anexo 6

Es recomendable que el proceso completo de siembra se realice en forma continua y en lo posible en un solo lugar:

- 1) desmenuzado del sustrato
- 2) llenado de las bandejas
- 3) marcado de las celdas
- 4) siembra
- 5) control de que haya una sola semilla por celda
- 6) colocación de las bandejas en la pileta

Para el manejo de grandes cantidades de bandejas, existen en el mercado varios tipos de máquinas que permiten realizar estos pasos de una forma más o menos automatizada.

Ver FOTO N°13, 14 anexo 6

**La siembra debe comenzarse entre 55 y 60 días antes de la fecha estimada para el trasplante.**

Una vez sembradas, las bandejas deben ser colocadas lo antes posible en la pileta correspondiente. Debe tomarse la precaución de que las mismas no queden flotando a la deriva en toda la superficie del agua

## 7. CUBIERTAS PROTECTORAS





En los microtúneles así como en los invernáculos, las piletas deben estar cubiertas por una protección plástica con la finalidad de generar un ambiente adecuado para la germinación y posterior desarrollo del plantín.

## **MICROTUNELES**

Las cubiertas protectoras para piletas exteriores son, generalmente, de plástico cristal LDT de 100 micrones montadas sobre arcos. El plástico seleccionado debe ser flexible y permitir la transmisión de luz visible en no menos del 70%. La altura mínima sobre las bandejas en la parte central de la piletas debe ser de 60 cm.

Ver FOTO N°15 anexo 6

También es posible utilizar dos mantas térmicas, retirando la superior cuando no sea necesaria. Este material evita el riesgo que conlleva el polietileno en días soleados. Dos mantas térmicas ofrecen buena protección en las primeras semanas contra la lluvia, las bajas temperaturas, el polvo y los insectos.

La etapa crítica en el invernáculo es en los primeros 15 días después de la siembra, donde deben evitarse las temperaturas extremas. Las altas temperaturas se previenen abriendo los dos extremos de la cobertura de las piletas.

## **INVERNÁCULOS**

En los invernáculos, la cubierta protectora es una lámina de polietileno transparente sujeta a una estructura de tamaño y formas variables que engloba un gran volumen de aire alrededor de las bandejas.

La apertura y cierre de la ventilación de la estructura debe realizarse en función de las temperaturas adecuadas a la etapa de desarrollo en la que se encuentre la producción.

Para obtener la máxima germinación, debe ponerse especial cuidado en mantener la temperatura en el interior del invernáculo entre 21 – 24 °C durante los primeros 15 días.

La condensación que se produce por la noche termina goteando por las mañanas sobre las bandejas vaciando los alvéolos y descalzando las semillas y plántulas. La humedad que genera el goteo también incrementa el riesgo de enfermedades en el almácigo.

Debe evitarse el goteo desde la siembra hasta que las hojitas cubren las celdas ventilando correctamente la estructura sin descuidar la temperatura necesaria en esa etapa.

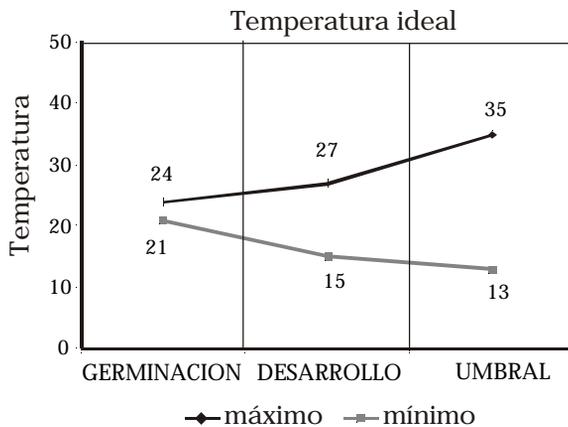
El polietileno anti goteo es otra forma de evitarlo aunque a un costo mayor.

Últimamente se han comenzado a imponer micro túneles con forma de techo a dos aguas. Este diseño permite que buena parte de la humedad de condensación descienda por los lados del túnel y caiga en los costados de la pileta en vez de gotear sobre las bandejas.

Ver FOTO N°16  
anexo 6

## 7.1 Temperatura

Con relación a la temperatura, como se observa en el gráfico siguiente, la misma debe mantenerse entre 21°C y 24 °C al nivel de las bandejas para los primeros 15 días o hasta que la emergencia de la mayoría de las plántulas haya ocurrido.



Después de la máxima emergencia, se recomienda que la temperatura no sea inferior de 12,8 °C - 15,5 °C a la noche y entre 26,6 °C a 29,4 °C durante el día.

Una temperatura excesiva aumenta la evaporación del agua en la superficie del sustrato, quedando las sales depositadas sobre la celda. Asimismo cuando las temperaturas exceden los 35°C se producen los daños por calor (quemado de hojas y muerte de plantines).

En los microtúneles e invernáculos es recomendable mantener un termómetro, por ejemplo colgado del techo próximo a las plantas, y una planilla donde se lleven registros periódicos de la temperatura.

Ver FOTO N°17 anexo 6

**La aclimatación de la planta** para el trasplante a las condiciones de la luminosidad y de las temperaturas diurnas y nocturnas naturales se realiza dejando abiertos los extremos y en los días previos, dejando las piletas sin protección. En los invernáculos, la aclimatación se consigue abriendo en forma permanente los laterales las 24 horas del día.

Es aconsejable colocar mallas cuando se abra la ventilación para evitar la entrada de insectos.

## 7.2 Ventilación

La energía del sol consiste primariamente de radiación de onda corta en la forma de luz visible. Los materiales tales como el vidrio, los paneles de acrílico y las láminas plásticas hacen una buena cobertura a los invernáculos porque son esencialmente transparentes a la luz solar.

Por ejemplo, dos láminas de polietileno pararían solamente cerca de un séptimo de la luz solar que entra en el invernáculo. Cuando la luz solar da sobre las superficies, tanto como en el follaje o sustrato, la mayoría de la energía es absorbida y la

superficie es calentada.

Mucha de la energía absorbida es irradiada como radiación infrarroja de onda larga. Los vidrios, paneles de acrílico y láminas plásticas de los invernáculos son totalmente opacas a la radiación infrarroja de onda corta y, por lo tanto, la energía solar es atrapada dentro del invernáculo. Este proceso es conocido como el **efecto invernadero**.

En días soleados, la energía solar puede rápidamente calentar el aire sobre su temperatura óptima dentro de un invernáculo cerrado. La ventilación (reemplazo del calor del aire interno con frío del aire externo) además de enfriar el ambiente reduce el nivel de humedad interna del invernáculo.

La temperatura puede ser controlada con extractores que fuerzan la circulación de aire dentro de los invernáculos. Los extractores normalmente se instalan sobre una pared extrema con importantes ventanales construidos en la pared opuesta. Durante la ventilación, el aire frío externo es llevado dentro del invernáculo a través de los ventanales y movido longitudinalmente a través del invernáculo y empujado fuera por los extractores. Para prevenir velocidades altas de aire y ventilación desigual dentro del invernáculo, los extractores siempre extraen el aire desde el invernáculo.

Ver FOTO N°18 anexo 6

Los ventanales deben estar ubicados desde el piso lo más alto posible como sea práctico. Los ventanales altos permiten enfriar el ambiente por la entrada de aire que se mezcla con el aire caliente dentro del invernáculo antes que llegue a las plantas, reduciendo de esta manera la posibilidad de un golpe frío a la altura de las bandejas. Puesto que el aire caliente en los invernáculos está usualmente cerca del techo, los extractores también deben estar ubicados tan lejos desde el piso como sea posible. Los extractores y los ventanales deben ser instalados de modo que muevan el aire dentro del invernáculo en la mis-

ma dirección que los vientos prevalecientes afuera del mismo.

Cuando los invernáculos superan 45 metros de longitud, se recomienda una ventilación transversal por corrientes de aire externas naturales. En estos casos, se aconseja no superar los 12 metros de ancho para asegurar una ventilación adecuada.

El movimiento del aire dentro de un invernáculo contribuye a reducir el riesgo de enfermedades.

El movimiento del aire no requiere velocidades altas. Una velocidad del aire tan baja como de 2,4 metros por hora es suficiente mientras sea uniforme a lo largo del invernáculo. Otros beneficios del movimiento del aire son la distribución uniforme de la temperatura y la reducción de la condensación.

Un sistema utilizado en algunos países para mover aire dentro de los invernáculos es el del **tubo de polietileno**. El sistema consiste en un tubo perforado de polietileno, de 45 a 60 centímetros de diámetro, conectado a un ventilador de alta velocidad. El ventilador está normalmente localizado en uno de los extremos del invernáculo, con el tubo de polietileno extendido hasta el extremo de la construcción cerca del techo. El otro extremo del tubo alejado del ventilador está cerrado. Los orificios de salida del aire, de 5 a 7,5 cm de diámetro, están localizados a intervalos definidos a lo largo de la longitud del tubo de polietileno. El aire pasa dentro del tubo y sale hacia el invernáculo por todos los orificios. Cuando el invernáculo supera los 45 metros, se recomienda un sistema de 2 tubos de polietileno separados, ubicados en cada extremo.

La **corriente de aire horizontal** es otra manera de mover el aire dentro de un invernáculo. El sistema de corriente de aire horizontal usa pares de ventiladores suspendidos desde el techo cerca de los laterales del invernáculo para mover aire en un circuito continuo. Los ventiladores sobre ambos lados del invernáculo dan el aire en direcciones opuestas, provocando que el aire vaya de un lado del invernáculo, a través de los extremos,

y volviendo al otro lado.

Este sistema tiene varias ventajas sobre el sistema de los tubos de polietileno. El costo de instalación y mantenimiento es menor; el material de los tubos de polietileno debe ser reemplazado cada dos años y los soportes colgantes pueden ser caros. En el sistema de corriente de aire horizontal, es necesaria menos energía porque el sistema mueve aire en un patrón constante. Una vez en movimiento, una masa de aire será retardada solamente por fricción con la superficie del invernáculo, material vegetal u otras obstrucciones. Los ventiladores del sistema de corriente horizontal necesitan ser solamente suficientemente grandes para compensar esa pérdida por fricción, mientras que el sistema de tubos de polietileno gasta energía en turbulencia inútil.

El tamaño y el número de los ventiladores usados en el sistema de corriente horizontal depende del tamaño del invernáculo. En la búsqueda de una velocidad y distribución de aire constante, es generalmente mejor usar varios pequeños ventiladores que menos y más grandes. Para invernáculos mayores a 12 metros de ancho y 45 metros de largo, dos ventiladores de 1/4 HP son adecuados. Los dos ventiladores son ubicados en la mitad del largo del invernáculo, aproximadamente a 1,80 desde las paredes externas y soplando en direcciones opuestas. Para invernáculos mayores a 45 metros se requieren cuatro o más

## 8. FERTILIZACION





ventiladores.

El programa de fertilización debe iniciarse con un análisis del agua a utilizar (ver punto 3), para conocer su calidad y de esta manera saber si es necesario hacer las correcciones oportunas.

Un exceso de fertilización puede provocar además de fitotoxicidad, plantines con mayor follaje y por lo tanto susceptibles a enfermedades.

Es más fácil corregir una falta que un exceso de fertilizante (ver Anexo 4).

Los fertilizantes adecuados para la producción de almácigos en bandejas flotantes tienen una formulación diferente a aquellos que se usan en tabaco a campo o incluso a fertilizantes solubles para otros usos.

Hay que tener en cuenta que el sustrato es una mezcla de distintos componentes que no contiene aquellos microorganismos que están normalmente presentes en el suelo. Estos organismos son responsables de la conversión de los elementos de un fertilizante de formas no disponibles para las plantas a aquellas que sí lo son.

Los fertilizantes apropiados para sistemas flotantes –en cambio– deben contener nutrientes en formas directamente disponibles por los plantines.

Más importante aún, el nitrógeno debe provenir de un balance de nitratos y fuentes amoniacales, como mínimo en un 50%.

No es conveniente que contengan urea en ningún porcentaje.

**El uso de fertilizantes con urea puede provocar daños en las plantas e incluso muerte en determinadas condiciones ambientales.**

En este tipo de almácigo, se utilizan fertilizantes solubles (líquidos o sólidos), y en algunos casos granulados, que se añaden al agua de la pileta distribuyéndose lo más uniformemente posible. La aplicación puede ser manual o mecanizada, dependiendo de las dimensiones de la pileta.

El inicio de la fertilización recién a los 7 días después de la siembra es una práctica altamente recomendada. De esta manera se evita un exceso de sales sobre el alvéolo antes de la germinación y el crecimiento prematuro de algas en las celdas.

Se ha demostrado que pueden ser obtenidos plantines excelentes con un programa de fertilización de:

- 100 ppm<sup>4</sup> (Burley) a 150 ppm (Virginia) de **nitrógeno** a los 7 días de la siembra,
- una segunda aplicación de 100 ppm de **nitrógeno** a las cuatro semanas.

Un fertilizante, tal como 20-10-20 o similar, puede ser usado tanto para la primera como para la segunda aplicación.

Los productores que utilizan un inyector – dosificador para el agregado de fertilizante al agua de la pileta han tenido éxito con una aplicación constante de un rango de 100 – 125 ppm de nitrógeno de 20-10-20, 16-4-16, 16-5-16, 15-5-15 u otro fertilizante con concentraciones similares.

**El exceso de fertilización en este tipo de almácigos es un error muy común.** Cuando los plantines no se desarrollan al ritmo esperado muchos productores se tientan a agregar más fertilizante para “empujarlas” a crecer.

Con altas cantidades de fertilizantes las plantas se hacen demasiado suculentas y son más susceptibles a ataques a distintas enfermedades provocadas por hongos o bacterias, que pueden

---

<sup>4</sup> Partes por millón

diseminarse rápidamente por todo el sistema.

La concentración adecuada de fertilizante en el agua de la pileta estará entre 80 y -a lo sumo- 150 ppm de nitrógeno y 35 a 50 ppm de fósforo.

Es conveniente que la concentración de sales sea uniforme en toda el agua de la pileta. En caso de tratarse de piletas de pequeñas dimensiones, esto puede lograrse simplemente removiendo el agua con una estaca al momento de aplicación, corriendo las bandejas de un lado hacia otro con cuidado.

Cuando las piletas son de gran tamaño sería conveniente la instalación de una pequeña bomba que permita la remoción del agua, labor que debería realizarse periódicamente para asegurar que el nivel de fertilizantes para las plantas sea el mismo en toda la superficie.

Ver FOTO N°19 anexo 6

### **8.1. Manejo y monitoreo de las sales de los fertilizantes**

Los fertilizantes aportan los nutrientes en forma de sales y cuando éstos son agregados al agua de la pileta, las sales se disuelven en el agua. A medida que el agua es absorbida desde la pileta, las sales ascienden en el sustrato.

Cuando las temperaturas son altas, la humedad baja o hay un excesivo movimiento de aire se produce una mayor evaporación del agua desde la superficie del sustrato, lo cual resulta en la acumulación de sales de fertilizante en el sustrato en la parte superior de la celda.

Las concentraciones muy altas de fertilizantes dan lugar a plantines que son más susceptibles a enfermedades y además pueden provocar fitotoxicidad, problema común en los sistemas flotantes.

La acumulación de sales de fertilizantes en la mitad superior de la celda está directamente relacionada con la cantidad total de fertilizante, tanto el que es agregado al agua de la pileta como el que pueda tener el sustrato.

**Los sustratos sin fertilizante, o con solamente una mínima cantidad, son preferibles a sustratos con cargas muy altas.**

La **conductividad eléctrica** es un indicador usado comúnmente para conocer los niveles de sales de fertilizantes en el sustrato y en el agua. Hay en el mercado medidores de conductividad de bolsillo, disponibles por un precio razonable y cuando están calibrados adecuadamente, estos medidores son muy útiles en un programa de monitoreo de sales para el agua de las piletas y para los sustratos.

**El conductímetro es una herramienta fundamental para un manejo exitoso de los almácigos flotantes.**

Ver FOTO N°20 anexo6

Es aconsejable un monitoreo semanal de la **conductividad del agua**, sobre todo a partir de la cuarta semana. Esto permitirá fertilizar a tiempo y con la cantidad necesaria.

Las sales también deben ser controladas **en el sustrato** cada 24 a 48 horas, desde la emergencia de los plantines hasta el momento en que las raíces llegan al agua de las piletas.

Para esto, es necesario coleccionar una muestra del sustrato de la parte de arriba de celdas de varias bandejas y agregar el doble de agua destilada del sustrato recogido (una solución de agua - sustrato de 2:1). Sacudir o agitar la muestra y esperar dos o tres minutos antes de medir la conductividad.

Los **niveles normales de conductividad** están en un rango de 500 a 1000 mS (0,5 a 1 mmhos).

Lecturas de 1000 a 1500 mS (1 a 1,5 mmhos) son moderada-

mente altas, y lecturas por encima de los 1500 mS son muy altas.

Es necesario aplicar agua desde encima para lixiviar y diluir las sales cuando:

- 1) Las lecturas de conductividad superan a 1000 mS y las plantas muestran un color pálido o se ha detenido su desarrollo; o
- 2) Las lecturas de conductividad son 1500 mS o mayores.

## **8.2. Nutrientes**

Cuando se utiliza el sistema de almácigos flotantes, el sustrato no tiene los nutrientes necesarios para todo el desarrollo del plantín y es importante un manejo eficiente de la nutrición en esta etapa del cultivo.

### **- Nitrógeno**

La mejor elección es un fertilizante que disponga en su composición de todo o casi todo el nitrógeno en forma de amonio, nitrato o nítrico y que no tenga urea porque afecta negativamente al desarrollo de las plantas.

Una investigación conducida en 1994 y 1996 en Carolina del Norte mostró un desarrollo reducido de los plantines de tabaco cuando más de la mitad del total de nitrógeno en un fertilizante era provisto como urea, comparado al desarrollo obtenido cuando el fertilizante tenía el nitrógeno como nitrato o amonio (Cuadro 4). Esto se debe a que la urea debe ser convertida a amoníaco antes de que el nitrógeno esté disponible para la planta y los resultados de algunas investigaciones sugieren que las reducciones observadas en el desarrollo de las plantas podrían ser debidas a toxicidad por nitritos (el nitrito es una forma intermedia de nitrógeno que aparece en el proceso de conversión de la urea).

**Cuadro 4.** Efecto de la concentración de urea en el fertilizante sobre el largo del tallo y sobre el peso fresco y seco. (1994)

Concentración de urea	Largo del tallo	Peso fresco	Peso seco
% de N total	cm	g/20 plantines	
0	5.4 <sup>a</sup>	77a	5.3a
52	3.8b	54b	4.0b
77	4.4b	43c	2.9c

**Fuente:** W. D. Smith y Jim Rideout. Transplant Production. 2000 North Carolina Burley Tobacco Production Guide. 2000

**Nota:** Los números dentro de una columna seguido por la misma letra no son estadísticamente diferentes y deberían ser considerados similares.

También puede ocurrir que cuando se usa el nitrógeno exclusivamente en forma de nitrato se observe un aumento del pH del sustrato, lo cual causa problemas al desarrollo vegetal similares a aquellos provocados por los bicarbonatos. Por lo tanto, es conveniente utilizar un fertilizante que contenga un balance entre amonio y nitrato.

Es necesario tener cuidado en realizar sobre aplicaciones de fertilizantes ácidos en aguas poco alcalinas porque puede reducirse el pH de la solución a menos de 4, perjudicando las raíces de las plantas que están dentro del agua de las piletas (Cuadro 5).

El uso de concentraciones por encima de los 100 ppm, desestimando los niveles de agua o mezclado deficientemente en el agua de la pileta del almácigo, puede reducir el pH lo suficiente como para dañar las raíces, principalmente a las 4 semanas. Una manera de contrarrestar la reducción del pH de la solución es el uso de aguas alcalinas.

**Cuadro 5.** Efecto de la Aplicación de Fertilizante en el Desarrollo de Plantines de Tabaco en Agua de Baja Alcalinidad. 1997

Tratamientos (fertilizantes)	Raíces frescas	Raíces secas	Parte aérea fresca	Parte aérea seca	Largo del tallo
	----- (gm/10 plantas) -----				-cm-
16-4-16 (150 +100 ppm N)	8.1 a	0.45 b	42.2 b	2.6 a	3.1 ab
15-5-15 (150 +100 ppm N)	8.6 a	0.53 ab	41.3 b	2.6 a	2.8 ab
16-5-16 (150 +100 ppm N)	8.0 a	0.49 ab	45.7 b	2.6 a	2.9 ab
20-10-20 (150 +100 ppm N)	8.7 a	0.61 a	58.2 a	2.8 a	3.7 a
16-4-16 (50 ppm N c/2 semanas) 5 aplic.	9.2 a	0.54 ab	37.6 b	2.2 a	2.0 b

**Fuente:** W. D. Smith, G F. Peedin, y L.R. Fisher. Cooperative Extension Service. North Carolina State University. College of Agriculture and Life Sciences. 2000.

**Nota:** Los números dentro de una columna seguido por la misma letra no son estadísticamente diferentes y deberían ser considerados similares. En estos tratamientos, los 150 ppm N fueron adicionados siete días después de la siembra y los 100 ppm N fueron agregados 4 semanas después de la siembra.

En el cuadro anterior, es posible observar que el tamaño y peso es similar entre los tratamientos 16-4-16; 15-5-15; 16-5-16 y 20-10-20 cuando los 150 ppm de N aplicados en la siembra son seguidos por 100 ppm de N cuatro semanas más tarde.

Sin embargo, el tratamiento de 50 ppm N cada dos semanas (con un total de 5 aplicaciones) resultó en plantines pequeños. Por lo tanto, las recomendaciones de 100 - 125 ppm de N con el inyector - dosificador y los 150 ppm N + 100 ppm N son satisfactorias.

### - Fósforo

Investigaciones realizadas en la Universidad de Clemson (Estados Unidos) han mostrado la necesidad de limitar las concentraciones de fósforo de 35 a 50 ppm en el agua de las piletas. La aplicación excesiva de fósforo provoca una tendencia al ahilamiento.

Además, si el fósforo fue aplicado en exceso puede quedar como remanente en el agua de la pileta al final de la etapa de transplante y debe ser eliminado con el riesgo de contaminar el ambiente.

Por lo tanto, los fertilizantes 20-10-20 y 20-9-20 son mejores elecciones que el 20-20-20. Otros fertilizantes tales como 20-8-20; 20-5-20; 17-6-18; 15-5-20; 17-5-19; 15-5-30; 15-5-15; 16-4-16 y 16-5-16 son también adecuados.

### - Otros nutrientes

Los fertilizantes a utilizar deberían tener en su composición nutrientes tales como calcio, magnesio, azufre, así como boro, molibdeno, zinc y otros.

La deficiencia de azufre es observada ocasionalmente en los sistemas flotantes cuando el sustrato no está complementado con sulfato de magnesio o sulfato de calcio y el azufre no fue provisto por el programa de fertilización. La mayoría de los sustratos vendidos para tabaco deberían contener azufre.

Se ha observado en varios sistemas flotantes deficiencia de boro, manifestada como distorsión y muerte en los brotes. En el común de los casos, el agua no contiene boro y el fertilizante tampoco. Si no es posible utilizar un fertilizante con boro, la adición de no más de 2 gramos de bórax por cada 100 litros de agua de la pileta es suficiente para prevenir una deficiencia.

### 8.3. Cálculo de la cantidad de fertilizante

El cálculo de la cantidad de fertilizante necesaria para aplicar en la pileta debe realizarse sobre la base de la siguiente fórmula:

Cálculo de la cantidad de fertilizante	
Cantidad de fertilizante (g/L) =	$\frac{\text{Concentración (ppm)}}{\% \text{ del nutriente} \times 10}$

Donde:

Concentración: es la concentración deseada del nutriente (ppm) en el agua.

% del nutriente: es la concentración del nutriente en el fertilizante.

Por ejemplo, suponiendo que se va a utilizar un abono del tipo 20-10-20 para aportar una concentración de 80 ppm:

$$\text{Cantidad de fertilizante (g/L)} = \frac{80}{20 \times 10} = 0,4 \text{ g/L}$$

Es importante recordar que, a partir de la cuarta semana, hay que realizar chequeos con el conductivímetro y corregir cuando sean necesario las concentraciones de nutrientes. (ver Anexo 2).

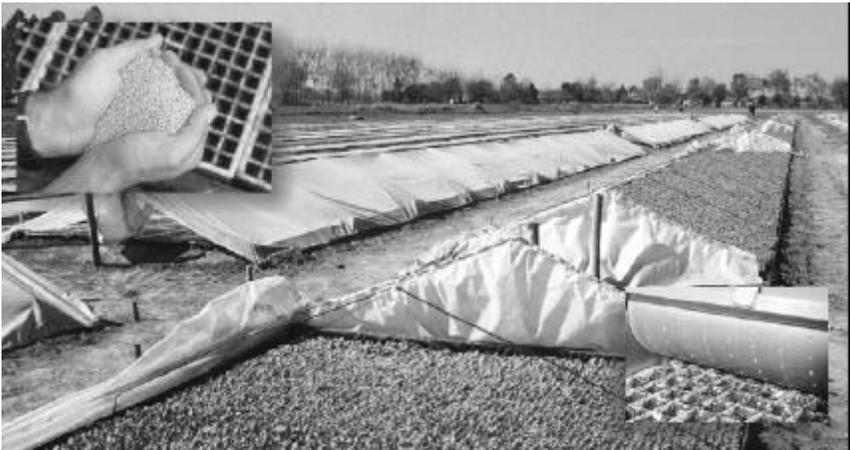
#### **8.4. Inyector-dosificador**

Por sus características de trabajo, el inyector-dosificador posibilita una técnica distinta en el suministro de fertilizantes. En lugar de realizar una aporte inicial y una corrección a partir de la cuarta semana, podemos utilizar la misma dosificación (80 – 150 ppm) cada vez que se aporte agua a la pileta (ver Anexo 3).

Ver FOTO N°21 anexo 6



## 9. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS





Las enfermedades más comunes en los sistemas flotantes son: damping-off causado por *Rhizoctonia*, podredumbre del cuello provocada por *Sclerotinia* y la podredumbre bacteriana ocasionada por *Erwinia*.

Las condiciones de higiene, una ventilación adecuada y tratamientos preventivos son claves para prevenir estas enfermedades de los invernáculos.

Niveles excesivos de nitrógeno promueven un desarrollo rápido de los plantines, lo cual resulta en hojas suculentas que son más susceptibles a las enfermedades, particularmente para tabaco Burley. Los tratamientos se inician incluso antes de empezar la construcción de las nuevas piletas o de colocar la nueva lámina de polietileno en las piletas del año anterior.

Prevenir es la mejor estrategia de control de enfermedades en el almácigo flotante.

Los cuatro aspectos que deben cuidarse más son:

- el área de los almácigos o invernaderos y sus alrededores
- la gente que se mueve dentro de esa área
- las bandejas
- el equipo y las operaciones de poda

## 9.1 Antes de la siembra

Es conveniente realizar un tratamiento con herbicida de contacto no residual en los alrededores de las piletas e invernáculos (en una amplia franja de 10 – 12 m) para destruir malezas y prevenir posibles refugios naturales de plagas y enfermedades.

El terreno donde se ubiquen los microtúneles o invernaderos debe ser bien drenado y debe evitarse cualquier encharcamiento de agua.

Los materiales de las piletas del año anterior (ladrillos, bloques, etc.) sirven de refugio a una gran cantidad de insectos,

por lo tanto es necesario proceder a un tratamiento con insecticidas de todos los materiales y alrededores de los micro túneles e invernáculos.

Las bandejas, los plásticos y las herramientas que se utilizan del año anterior deben ser tratados con hipoclorito de sodio a una dosis del 10% de producto comercial formulado al 6 %.

Si hay problemas de roedores, se debe utilizar un raticida antes de colocar la lámina de polietileno.

Sería ideal que el personal que entre al área de almácigos:

- no fume mientras esta allí
- si es fumador se lave las manos con jabón antes de entrar
- limpie su calzado pisando en un baño de solución de lavandina al 10% o amonio cuaternario, a la entrada.

## 9.2 Después de la siembra

Debe utilizarse una mochila de manera exclusiva para los tratamientos fitosanitarios a las bandejas.

No debe existir duda alguna de que la mochila pudo haber sido utilizada para aplicar herbicidas o productos para el control de rebrotes. En los invernáculos, deben tomarse las mismas precauciones con los depósitos que se vayan a utilizar.

Es indispensable respetar las recomendaciones de las dosis y de las soluciones a usar para cada producto, teniendo especial cuidado con los insecticidas y, sobre todo, si los agroquímicos no son de uso muy difundido.

Al utilizar un producto nuevo es recomendable hacer una prueba en varias bandejas para comprobar sus posibles efectos negativos (clorosis, quemaduras, muerte de plantas, deformaciones, detención del crecimiento).

Los tratamientos pueden ser aplicados por vía foliar o en el agua, dependiendo de las características del producto.

Se recomienda que las aplicaciones foliares sean realizadas en horas tempranas o al atardecer, no así con las aplicaciones en el agua.

El inyector–dosificador es un aparato adecuado para la aplicación de productos fitosanitarios, sobre todo en grandes piletas de invernáculos (ver Anexo 5).

Los productos más utilizados son presentados en el Cuadro 6.

### 9.3 Formación de algas

La formación de algas tanto en el agua como en la superficie del sustrato es una situación común en los sistemas flotantes y generalmente causa preocupación al productor.

Sin embargo, resulta muy raro que las algas puedan provocar algún daño a las plantas de tabaco.

La aparición de algas en el agua se evita impidiendo la llegada de la luz solar a la superficie del agua. Un cálculo preciso de la longitud y ancho al momento de construirla, permitirá la correcta posición de las bandejas en la piletta, sin dejar espacios libres, impidiendo así el paso de luz.

Respecto de las algas sobre el sustrato, una forma de evitarlas es con una adecuada ventilación de los invernáculos o túneles.

Evitando una fertilización temprana (antes de los 7 días) las algas también se desarrollarán menos.

El crecimiento de las algas es mayor en las bandejas más viejas.

Ver FOTO N°22 anexo 6

**El uso de productos alguicidas no es recomendable ya que no son totalmente efectivos y resulta engorroso aplicarlos**

La poda de hojas es necesaria y beneficiosa para obtener una planta de calidad debido a la alta densidad con la que se trabaja (>900 plantas/m<sup>2</sup>.)

**Cuadro 6. Productos fitosanitarios recomendados para la producción de almácigos flotantes<sup>5</sup>:**

	<b>Dosis</b>	<b>Control</b>	<b>Acción</b>
<b>Insecticidas</b>			
Imidacloprid 35SC	0,5 – 1,0 cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> pileta	Minador y vectores de virosis como pulgones, trips y chicharras	Preventivo y curativo
Acefato (foliar)	0,75-1,0 g /L	Cortadores en general, grillo	Curativo
Confidor (agua) <sup>1</sup>	16 cm <sup>3</sup> /98 bandejas	Afidos y trips	Preventivo
Carbaryl (foliar)	1 g/L	Cortadores en general, grillo	Curativo
<b>Funguicidas</b>			
Metalaxil (agua)	25 g/98 bandejas	Phytium, esclerotinia y peronóspora	Preventivo y curativo
Azurro (foliar)	2-3 g/L		Moho azul
Rovral <sup>2</sup> (agua)	7 cm <sup>3</sup> /30 bandejas		Preventivo
Carbendazim (foliar)	1,5 cm <sup>3</sup> /L		Preventivo y curativo
Oxido cuproso (agua)	48 g/98 bandejas	Algas	Preventivo
Apron (agua)	28 gr/100 L		Preventivo
Baytan 15 FS (agua)	3,3 cm <sup>3</sup> /bandeja	Rizoctonia	Preventivo y curativo
<b>Bactericidas:</b>			
Kasumin (foliar)	2,5 cm <sup>3</sup> /L	General	Preventivo y curativo
Agrimicina (foliar)	0,4 g/L	General	Preventivo y curativo

<sup>1</sup> Si se aplica Confidor no hay que aplicar Acefato.

<sup>2</sup> Se utiliza después de la poda con regadora; es absorbido por la raíz.

<sup>5</sup> ACLARACIÓN: Las recomendaciones de uso de productos químicos presentadas en esta publicación sólo se hacen a modo de sugerencia. El uso de marcas o listados de productos o servicios comerciales en esta publicación no implica acuerdo con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, la OPROZ, el PNUD u otras instituciones involucradas en el Proyecto PROZONO; ni discriminación alguna hacia marcas, servicios o productos similares no mencionados. Aquellas personas que usan productos químicos son responsables de asegurar que su uso se realice de acuerdo a las regulaciones existentes, y a las recomendaciones de los marbetes correspondientes. Ante cualquier duda, consulte a su agente de extensión o asistente técnico.

## 10. PODA DE LOS ALMACIGOS





La poda es una práctica importante que favorece el vigor, la altura y el diámetro uniforme de los tallos.

Una poda (o desmoche) apropiada es también esencial si se va a usar una transplantadora mecánica porque la uniformidad de la longitud de los tallos es elemental para que la máquina coloque los plantines a una profundidad adecuada y, además, el follaje excesivo dificulta la regulación del mecanismo.

La poda también puede usarse para demorar el trasplante cuando las condiciones del campo no son favorables.

Las investigaciones han mostrado que el mejor aprovechamiento es obtenido con tres o cuatro podas durante el ciclo del plantín.

Mientras que las podas oportunas son un beneficio significativo, las investigaciones han revelado que las podas inadecuadas pueden afectar adversamente la longitud del tallo, incrementando la podredumbre de los tallos por hongos y provocando un desarrollo lento de la planta en el campo.

Investigaciones realizadas en Virginia (Estados Unidos), mostraron que la rigurosidad de las podas afecta el largo del tallo al momento del trasplante.

Por ejemplo, una poda severa (1,27 cm encima del cuello) disminuye la longitud del tallo y no incrementa el diámetro comparado con una poda normal (3,81 cm encima del cuello). Un trabajo adicional en Carolina del Norte (Estados Unidos) mostró que podas severas de tallos hasta el brote antes del trasplante reducen el crecimiento temprano y atrasan la floración.

Los residuos de la poda sobre los tallos y hojas incrementan la infección por hongos. Por lo tanto, es importante retirar lo más posible los residuos para reducir la incidencia de enfermedades.

**La recomendación es comenzar las podas a intervalos de 3 a 5 días cuando la altura de la planta total es de 5 a 6 cm encima de la bandeja y colocar la altura de la hoja de la cortadora entre 2,5 a 3,8 cm encima del cuello de la planta.**

Debe tenerse sumo cuidado en no dañar la yema terminal.

**Programa de podas (4 podas):**

- 1) 4 - 5 semanas después de la emergencia;
- 2) 7 - 8 días de la primera poda;
- 3) 6 - 7 días de la segunda;
- 4) 5 - 6 días de la tercera.

Ver FOTO N°23 anexo 6

Existen diversos sistemas de poda y la elección depende de la escala de producción. Para un número reducido de bandejas, la poda se realiza en forma manual con una tijera de podar o un cuchillo bien afilado previamente desinfectado. Las bandejas deben retirarse una a una de la pileta y colocarlas en un plano inclinado, asegurándose que los restos cortados caigan al piso.

Para un mayor número de bandejas, se puede mecanizar por medio de una cortadora de césped, que tenga un mecanismo que permita regular la altura de corte, montada sobre una mesa cercana a las piletas. Las bandejas se retiran de la pileta y se deslizan una a una por debajo de la máquina en funcionamiento. Los restos de hojas deben ser retirados de la zona de producción de plantines, con la finalidad de evitar posibles contaminaciones. Este método permite realizar un corte más homogéneo.

Ver FOTO N°24 anexo 6

Para la producción en invernáculo, es conveniente colocar unos rieles en las paredes laterales por los cuales corre un bastidor sobre el que se adosa una máquina de cortar césped con

bolsa o cajón recolector. Previa regulación de la altura de corte, un operario empuja el bastidor por el camino central y va realizando la poda. Al llegar a la cabecera, descarga los restos de plantas en un cajón específico fuera del invernáculo, desliza la máquina a lo largo del bastidor hacia el siguiente ancho de corte y repite el proceso.

Ver FOTO N°25 anexo 6

Ver FOTO N°26 anexo 6

Cualquiera sea el método de poda, se deberían tomar las siguientes precauciones:

- Desinfectar entre las podas los elementos de corte con una solución de lavandina en agua al 50% y enjuagar después con agua para reducir la potencial introducción y diseminación de cualquier enfermedad. Para desinfectar la cortadora de césped, es conveniente utilizar agua a presión y se desprenderán perfectamente los restos adheridos a la carcasa.
- Evitar que restos de plantas queden en las piletas o bandejas y, en un lugar alejado, destruir los restos cortados (lo mejor sería quemándolos).
- Efectuar el tratamiento fitosanitario correspondiente luego de cada poda.

En el sistema de producción de bandejas flotantes, la semilla en condiciones normales comienza a germinar en una o dos semanas luego de la siembra, estando el plantín listo para el trasplante a los 65 a 75 días aproximadamente. Por lo tanto, es conveniente planificar la siembra de las bandejas 65 - 75



## 11. TRASPLANTE





días antes de la fecha prevista para el trasplante.

Las condiciones ideales del plantín para ser trasplantado, son las siguientes:

- a) 15 cm de altura;
- b) 0,7 cm de diámetro del tallo y
- c) 4 - 5 hojas en total.

Ver FOTO N°27 anexo 6

Las bandejas son retiradas entonces de la pileta y transportadas al lugar de la plantación definitiva.

La distancia entre el área de almácigos y la de plantación, idealmente, debería ser la mínima posible. Sin embargo, las bandejas con plantines también pueden transportarse a distancias relativamente largas, tomando la precaución de evitar el desecamiento del sustrato.

Si el transporte se hace en camiones, camionetas o acoplados de tractores, es conveniente cubrir las bandejas con polietileno para reducir la acción desecante del viento.

Ver FOTO N°28 anexo 6

En el sistema de plantación manual, el plantador lleva la bandeja y procede a extraer de a uno los plantines, que salen con la porción de sustrato de cada celda, depositándolos en los hoyos previamente efectuados en el suelo.

Ver FOTO N°29 anexo 6

En el **sistema mecanizado**, las bandejas son colocadas en las plantadoras mecánicas que realizan la operación de plantación.

En el trasplante mecánico se utiliza menos mano de obra y su principal limitación técnica se presenta en suelos con muchos terrones, cuya preparación se realizó con poca humedad y

restos vegetales sin descomponer.

Ver FOTO N°28 anexo 6

Si el trasplante se interrumpe, por ejemplo, en la noche o por mal tiempo, es conveniente volver a colocar las bandejas en su respectiva pileta de modo que no se reseque el sustrato.

El desarrollo posterior de los plantines provenientes de almácigos flotantes resulta superior al de los convencionales, debido –fundamentalmente- a su mayor desarrollo radicular y a un menor estrés en el momento del trasplante.

Ver FOTO N°30 anexo 6

Luego de finalizado el trasplante es necesario realizar dos importantes tareas:

#### **Descarte del agua de las piletas:**

Al finalizar el transplante, se recomienda neutralizar el agua colocando 1,4 kg de cal viva por m<sup>3</sup> de agua de las piletas y posteriormente drenar en el suelo. Se debe evitar drenar próximo a fuentes de agua o arroyos.

#### **Limpieza y almacenamiento de las bandejas:**

Esta es una tarea crucial para asegurar una producción eficiente y con buena sanidad en la campaña siguiente. Para detalles de cómo se recomienda hacerlo ver el punto 1.1.

## RECOMENDACIONES GENERALES DEL SISTEMA

Prácticas y medidas recomendadas para asegurar el éxito del sistema:

### **Emergencia uniforme**

- Uso de semillas pelletizadas con alto poder germinativo.
- Control de la temperatura de los invernáculos y microtúneles.
- Llenando uniforme de las bandejas.
- Siembra adecuada, ubicando la semilla en el centro de la celda.

### **Desarrollo homogéneo**

- Monitoreo de las sales de los fertilizantes en el sustrato.
- Elección de un sustrato de alta calidad con carga adecuada de nutrientes.
- Podas apropiadas (calidad y cantidad).
- Análisis del agua y manejo de la alcalinidad cuando sea necesario.
- Control de plagas y enfermedades.

### **Prevención de pérdidas**

- Ventilación en forma adecuada para prevenir daños por calor.
- Evitar sembrar tempranamente, rangos altos de nitrógeno y temperaturas diurnas que promuevan enfermedades de podre dumbre del tallo.
- Cuidar la higiene de las bandejas después de su uso y antes de volver a sembrar.

### **Prevención de enfermedades:**

- Exponer el flotante al sol lo máximo posible.
- Evitar excesos y deficiencias en la fertilización.
- Evitar las podas en períodos lluviosos; si no fuera posible, realizarlo en un lugar cubierto.
- Evitar el atraso en las podas, esto ocasiona cortes drásticos y profundos en las hojas perjudicando la cicatrización y

favoreciendo la entrada de patógenos.

- Para evitar la diseminación de enfermedades, retirar las bandejas atacadas de la pileta por 4 – 6 días intensificando los tratamientos en estas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias J., Arias Jubany S.; Experiencia de la EEA INTA Cerrillos (Salta) sobre alternativas para el reemplazo de Bromuro de Metilo; en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.
- Biaggi C.; Valeiro A.; Los costos del Almacigo de Tabaco en Tucumán y Salta en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.
- Boyette, M.; Producing Tobacco Transplants in Greenhouses: Heating and Ventilation Systems; AG-488-4; North Carolina Cooperative Extension Service; NC State University Web page; 2003.
- C.U.E.P. Tabaco; Sistema de Almacigos en Bandejas Flotantes, Flota System; Comisión Asesora para el Desarrollo Tecnológico del Tabaco de Tucumán; Cartilla de Tabaco n°4; 1998.
- Günther D.; Kryvenki M.; Mayol M., Sosa D., Valeiro A.; Costo de producción de Plantines de Tabaco en Alternativas al uso de Bromuro de metilo evaluadas en la EEA INTA Cerro Azul (Misiones) (con) .) en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.
- Kryvenki M.; Mayol M.; Sosa D.;& Ohashi D., Valeiro, A; Alternativas para la sustitución del bromuro de metilo en el cultivo de tabaco en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.

- Maksimowicz, B.; Palmer G.; Tobacco Transplant Production; Plug and Transfer System; Online Publications AGR-156; Kentucky State University Web Page; 2003.
- Maksimowicz, B.; Palmer G.; Selecting a Tobacco Transplant Production System; Online Publications AGR-155; Kentucky State University Web Page; 2003.
- Mayol M.; Kryvenki M.; Sosa D.; Ohashi D.; Valeiro A.; Evaluación de sustratos para producción de plantines de tabaco en bandeja, en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.
- Mayol M., Kryvenki M.; Sosa D.; Dosis de cobre en el agua para producción de plantines de tabaco en bandejas flotantes en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.
- Nobleza-Piccardo S.A.I.C. y F.; Float System: Recomendaciones técnicas; Investigación y Desarrollo; Salta, 1999.
- North Carolina Cooperative Extensión Service; 2003 Burley Tobacco Information; NC State University; 2003.
- Ohashi D.; Mayol M., Kryvenki M.; Sosa D.; Seguimiento sanitario de la alternativas al bromuro de metilo en tabaco; en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.
- Pearce, R., Palmer G.; Selecting the Right Fertilizer for Tobacco Transplant Production in Float Systems; Online Publications AGR-163; Kentucky State University Web Page; 2003.

- Pearce, R., Palmer G. et al.; Managing of Tobacco Float Systems; Online Publications AGR-132; Kentucky State University Web Page; 2003.
- Pearce, R., Palmer G.; Water Quality Guidelines for Tobacco Float Systems; Online Publications AGR-164; Kentucky State University Web Page; 2003.
- Reed, D.; Float Greenhouse Tobacco: Transplant Production Guide; Virginia Cooperative Extension; Publication n°436-051; Virginia Tech University; 1998.
- Salles L.A, Sosa D., Valeiro A.; Alternatives for the replacement of methyl bromide in Argentina; “Global Report on Validated Alternatives to the Use of Methyl Bromide for Soil Fumigation”; FAO Plant Production and Protection Paper 166; OzonAction, UNEP- FAO; Roma, 2001.
- Smith D.; Rideout J.; Transplant Production 2000; North Carolina Burley Tobacco Production Guide; North Carolina Cooperative Extension Service; NC State University; 2000
- Smith D., Peedin G., Fisher R.; Producing Tobacco Transplants in Greenhouses: Water Quality; AG-488-3; Web page; 2003.
- Valeiro; A; Biaggi, C.; Agricultura y ambiente global: el problema de la capa de ozono y el Bromuro de Metilo en “Alternativas al Bromuro de metilo para el sector Tabacalero Argentino”; Proyecto PNUD ARG/98/G63; OPROZ/PNUD/INTA; 2001.



## Anexo 1: Problemas comunes de calidad de agua





## Bicarbonatos

El agua de algunas fuentes es alta en carbonatos, siendo el bicarbonato el que se encuentra más frecuentemente.

Recientes investigaciones han mostrado que niveles excesivos de bicarbonato son muy perjudiciales para el desarrollo de los almácigos, tal como se muestra en la Tabla 1.

Cuando los plantines se encuentran en un agua que contiene bicarbonato a concentraciones mayores a 2 miliequivalentes por litro se desarrollan mal, son amarillentos, con sistemas radiculares pequeños y pardos y su follaje es frecuentemente caído hacia abajo.

Estas aguas pueden ser usadas adecuadamente para la producción de almácigos flotantes adicionándoles ácido para neutralizar algunos de los bicarbonatos.

**Tabla 1.** Efectos del bicarbonato contenido en agua en el desarrollo de plantines

Concentración Bicarbonato		Peso fresco	Peso seco	Largo tallo
TC meq/l	CaCO <sub>3</sub> ppm	(gr/planta)		(cm/planta)
0	0	6.3 a	0.46 a	6.3 a
2	100	5.6 a	0.38 a	5.3 b
6	300	3.9 b	0.34 b	2.0 c
10	500	0.0 c	0.0 c	0.0 d

*Nota:* Los datos seguidos de la misma letra no tienen diferencias significativas al nivel de  $P = 0.05$ .

## Ajuste de la alcalinidad y el PH

El agua puede ser acidificada, neutralizada o alcalinizada dependiendo de los elementos químicos y componentes que contenga.

La acidificación y alcalinización del agua son indicadas por una unidad llamada pH, cuyos rangos varían entre 0 (altamente ácido) a 14 (altamente alcalina). Un pH igual a 7 es neutral.

La alcalinidad indica la tendencia del agua a neutralizar ácidos o resistir cambios de pH cuando un ácido es adicionado.

Carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos son los mayores contribuyentes de alcalinidad. La alcalinidad puede ser expresada en términos de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en partes por millón (ppm) o como la concentración de carbonatos totales en miliequivalentes por litro (meq/l). La alcalinidad en partes por millón de carbonato de calcio puede ser convertida a carbonatos totales (TC) por esta fórmula:

$$\text{TC} = \text{alcalinidad (ppm)} \times 0.02$$

Cuando un ácido es adicionado al agua, el pH se reduce. Esta reducción en el pH es el resultado de la neutralización de los carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y/o bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) y/o hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ).

El ácido sulfúrico es comúnmente usado para neutralizar la alcalinidad. Puede ser obtenido como ácido ordinario de batería o como reactivo ácido al 93 %.

La acidez está medida en término de su normalidad, expresada por la unidad N. El ácido de batería es 9.19 N y el ácido sulfúrico comercial al 93% es mucho más fuerte: 34,7 N. Ambos son frecuentemente usados para reducir la acidez del agua. Una unidad (1 meq/l) de ácido neutralizará una unidad (1 meq/l) de alcalinidad.

**CUIDADO: Es necesario un cuidado extremo cuando se mezcle ácido y agua. La reacción química puede causar el salpicado de ácido a los ojos o al rostro o a la ropa.**

**SIEMPRE AGREGAR EL ÁCIDO AL AGUA, NO INVERSAMENTE.** Agregue el ácido lentamente en muy pequeñas fracciones y mezcle detenidamente antes de adicionar más.

**USE ANTEOJOS DE SEGURIDAD Y ROPAS DE PROTECCIÓN.** Tener una gran cantidad de agua limpia fácilmente accesible para lavar cualquier área del cuerpo contactado por el ácido. No trabaje solo: tenga un asistente que pueda dar asistencia médica si fuera necesario.

### **DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE ACIDO A AÑADIR PARA CORREGIR EL EXCESO DE ALCALINIDAD**

Las siguientes son versiones simplificadas de las fórmulas que han sido derivadas para computar la cantidad de ácido que es necesario agregar a un volumen de agua para neutralizar un cierto nivel de alcalinidad (carbonatos totales).

**1. Para alcalinidad expresada como partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/l) de  $\text{CaCO}_3$ :**

$$V = \frac{0,20 \times (\text{CaCO}_3)}{N}$$

Donde:

V = centímetros cúbicos de ácido por cada litro de agua

N = Normalidad del ácido

( $\text{CaCO}_3$ ) = cantidad de partes por millón de carbonato de calcio que deseamos corregir.

Los datos de normalidad, densidad y riqueza (%) correspondientes al ácido vienen indicados en la etiqueta del envase.

En el caso de tener que calcular la normalidad, se aplicará la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\% \times d \times 1000}{49}$$

Por ejemplo, para un ácido sulfúrico 93% y densidad 1,83 g/ml, tendríamos:

$$N = \frac{0,93 \times 1,83 \times 1000}{49} = 34,73$$

Para corregir un agua con 180 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  a 60 ppm, hay que neutralizar 120 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

Entonces, al emplear un ácido sulfúrico como el del ejemplo:

$$V = \frac{0,02 \times 120}{34,73} = 0,069 \text{ cm}^3/\text{l}$$

2. Para alcalinidad expresada como miliequivalentes por litro (meq/l) de carbonatos total:

$$V = \frac{10,2 \times \text{TC}}{N}$$

Donde:

V = centímetros cúbicos de ácido por cada litro de agua

N = Normalidad del ácido

TC = Concentración de carbonato total en miliequivalentes por litro (meq/l)

Para ver cómo los cálculos son realizados, considere estos ejemplos:

**1. Usted tiene una fuente de agua con una alcalinidad de 300 partes por millón de  $\text{CaCO}_3$ .**

**Para neutralizar con ácido de batería (9,19 N):**

$V = 0,2 \times 300 / 9,19 = 6,7$  centímetros cúbicos de ácido de batería por cada litro de agua.

**Para neutralizar con un ácido sulfúrico del 93% (34.7N):**

$V = 0.2 (300) / 34.7 = 1.8$  centímetros cúbicos de ácido sulfúrico al 93% por cada litro de agua.

2. Usted tiene una fuente de agua con una alcalinidad expresada como 8 miliequivalentes de carbonatos totales por litro.

**Para neutralizar con ácido de batería (9.19N):**

$V = 10.2 (8) / 9.19 = 8.9$  centímetros cúbicos de ácido de batería por cada litro de agua

**Para neutralizar con un ácido sulfúrico del 93% (34.7N):**

$V = 10.2 (8) / 34.7 = 2.4$  centímetros cúbicos de ácido sulfúrico al 93% por cada litro de agua.

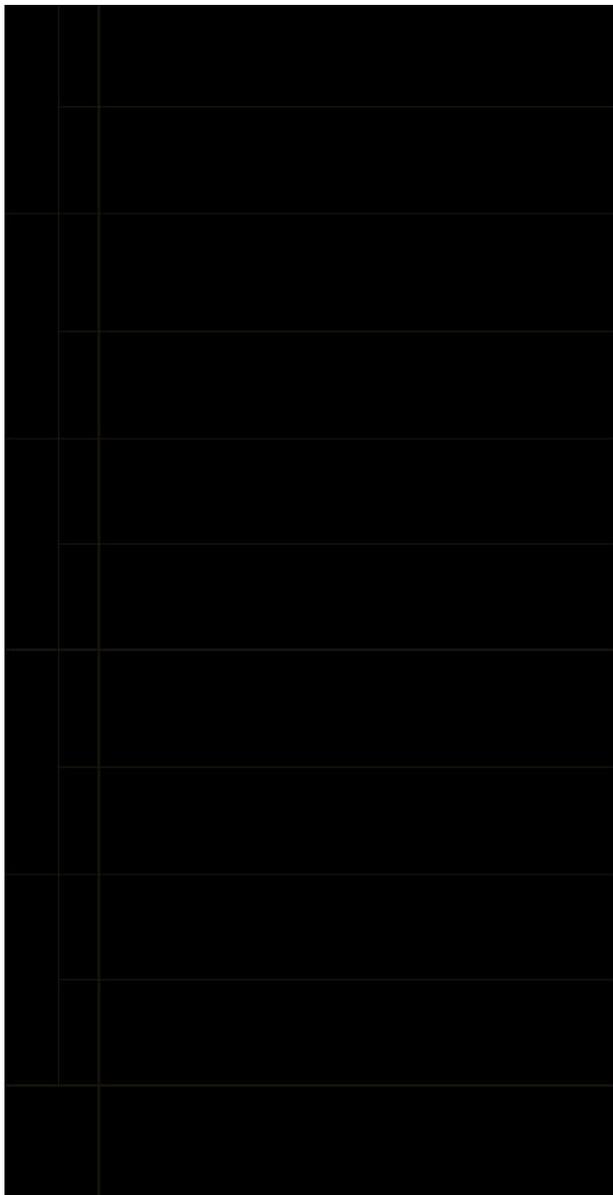
## Fertilización y alcalinidad

En general, los fertilizantes usados en la producción de tabaco son de reacción ácida y causan una disminución del pH cuando son agregados al agua de los almácigos flotantes.

Los fertilizantes 20-10-20 causan un pequeño decrecimiento en el pH y no son suficientemente acidificantes para neutralizar niveles de bicarbonato en agua; sin embargo, 21-5-20 fue especialmente desarrollado para su uso en aguas alcalinas. Este fertilizante contiene urea con fosfato, el cual se convierte a ácido fosfórico cuando es adicionado al agua. Otros fertilizantes tales como 15-5-15 y 16-4-16 también contienen urea fosfatada. Por lo tanto, cuando los niveles de bicarbonato son bajos (TC < 2-3 meq/l), los fertilizantes 21-5-20; 16-4-16 o 15-5-15 pueden ser usados en lugar de ácido y los niveles de urea en esos fertilizantes no son demasiado altos para causar problemas de producción.

Cuando el agua es marginalmente alcalina (nivel de TC de 2 a 3 meq/l), es necesario ser cuidadoso para no sobreadicificar con el fertilizante utilizado. En esos casos, se puede utilizar indistintamente ácido o un fertilizante con fórmula ácida, nunca en forma conjunta. Pocas horas después del tratamiento ácido o de la fertilización, se debe testear la solución para confirmar que el pH y los nutrientes están dentro de los rangos deseados.

## CONDUCTIVIDAD DE LOS ABONOS MAS USADOS (MICRO S/cm)



## SODIO

Los almácigos flotantes de tabaco son muy tolerantes al sodio. En un estudio reciente, el desarrollo de los plantines fue normal a concentraciones de sodio superiores a 500 ppm.

Sin embargo, el sodio puede alterar las propiedades físicas del medio y puede interferir con la incorporación de calcio y magnesio si la concentración de esos elementos en el agua es menor que los valores mínimos mostrados en el Cuadro 2 de este manual. Un buen indicador del peligro sódico del agua es el RAS, que mide la proporción de sodio con relación al calcio y al magnesio presente. El RAS debe ser menor que 4.

Si los niveles de sodio son demasiado altos, adicionando calcio y magnesio se incrementará la competencia con el sodio utilizado por la planta. Se pueden utilizar fertilizantes con fórmulas tales como 15-5-15 ó 16-4-16 que contienen esos elementos, o suministrar una porción de nitrógeno usando nitrato de calcio y adicionando sulfato de magnesio a la solución.

Un inyector dosificador es un aparato que se conecta a una red hídrica y que funciona con el paso del agua.

Al circular el agua por su interior se activa un dispositivo mecánico que pone en marcha un pistón dosificador, asegurando la aspiración de una solución y su incorporación a la red hídrica. El volumen de la inyección siempre será el porcentaje fijado en el pistón dosificador.

Funciona en relación directa al caudal circulante, variando sus revoluciones según aumente o disminuya dicho caudal.

Ante las variaciones de caudal y presión en la red hídrica, variará el volumen inyectado, pero nunca el porcentaje de la inyección. La dosificación permanecerá proporcional a la cantidad de agua que pase por el aparato.

## Anexo 2: Uso del conductivímetro





El conductímetro es un instrumento electro-analítico usado para medir la conductividad eléctrica (CE) o conductancia de un líquido. La unidad de medida de la conductancia es el Siemen por centímetro, siendo habitual expresarla en miliSiemen/cm o microSiemen/cm (i/cm):

- 1 S/cm = 1000 mS/cm
- 1 mS/cm = 1000 iS/cm
- 1 S/cm = 1.000.000 iS/cm

El funcionamiento del conductímetro está basado en la capacidad que tienen las sales disueltas para transmitir corriente eléctrica. Esta medida se realiza al ser introducidos los electrodos del aparato un líquido. El valor CE mostrado indica el nivel de salinidad de la solución medida, incrementándose este valor a medida que se incrementa el nivel de sales.

Tradicionalmente la salinidad de las aguas de riego se clasifican en 4 grupos en función de su contenido de sales:

<b>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
0 a 250 iS/cm	Agua de baja salinidad.
250 a 750 iS/cm	Agua de salinidad media.
750 a 2250 iS/cm	Agua de salinidad elevada.
Superior a 2250 iS/cm	Agua no apta para el riego.

De la misma forma, las sales de un fertilizante que haya sido disuelto, mostrarán un valor de CE. En la siguiente tabla se muestra la conductividad eléctrica registrada para diferentes fertilizantes disueltos en una proporción de 1 gramo por litro de agua destilada:

FERTILIZANTE	$\mu\text{S}/\text{cm}$
Nitrato Potásico	1300
Nitrato Cálcico	1000
Nitrato Amónico	1450

Para la misma cantidad disuelta (1 g/l), se obtienen valores de conductividad distintos. Esto se debe a que las sales de algunos fertilizantes conducen la electricidad mejor que otros. Por esta razón, para realizar una interpretación correcta de la conductividad eléctrica que detecta el conductímetro, debe conocerse previamente el tipo de fertilizante utilizado.

Sin embargo, cuando introducimos los electrodos del conductímetro en el agua de la pileta, el valor detectado no corresponderá únicamente al fertilizante sino que variará en función de:

- El tipo de fertilizante,
- la cantidad (g/l) aportada,
- las impurezas que contenga el fertilizante y
- las sales que aporta el agua utilizada.

La suma de todo este conjunto es lo que se conoce como Sólidos Totales Disueltos (TDS) en la solución.

Para poder interpretar correctamente la conductividad eléctrica de una pileta debe confeccionarse de antemano la correspondiente tabla interpretativa. Para la realización de esta tabla, y con el fin de tener en cuenta las distintas procedencias de las sales disueltas, se utilizará la misma agua con la que se llenará la pileta y el mismo tipo de fertilizante con el que se abonará.

Cualquier medición que hagamos con el conductímetro mostrará un valor que podrá ser trasladado a la tabla y, por correlación entre CE y g/l de fertilizante disuelto, obtendremos la concentración aproximada de fertilizante existente en la pileta (ver gráfico adjunto). Con este dato, y una sencilla operación, se puede calcular la cantidad de fertilizante a aportar al agua de la pileta hasta alcanzar la concentración deseada.

$$\text{Concentración deseada (g/l)} - \text{Concentración existente (g/l)} = \text{Cantidad de fertilizante a aportar (g/l)}$$

En cualquier momento, y de esta simple forma, controlamos la cantidad de fertilizantes que puede haber en el agua de la pileta y, al mismo tiempo, la cantidad que podríamos añadir para alcanzar el nivel óptimo recomendado. Un adecuado aporte de fertilizante supone una concentración de sales equilibrada, de forma que se facilita la absorción de nutrientes por el sistema radicular de la planta.

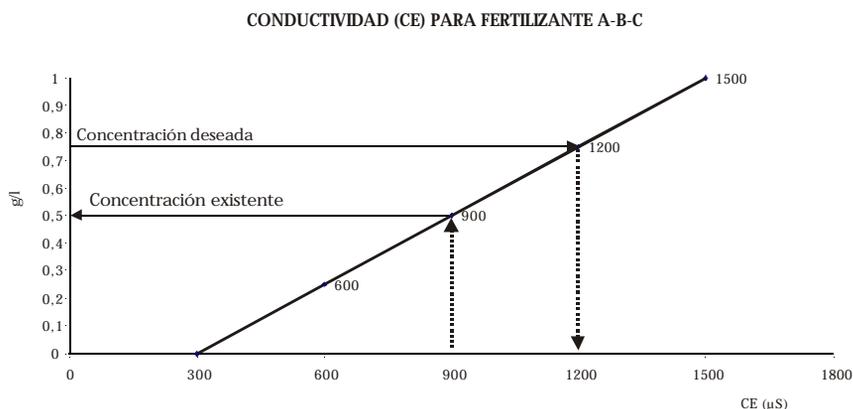
Si aumentásemos la cantidad de fertilizante, también aumentaríamos el valor de la conductividad eléctrica y, por lo tanto, el contenido de sales. Un agregado excesivo de fertilizante supone un contenido de sales elevado, lo que provocará una deficiente absorción de nutrientes, el marchitamiento de las plantas y, por último, su muerte.

## **USO ADECUADO DEL CONDUCTIVIMETRO**

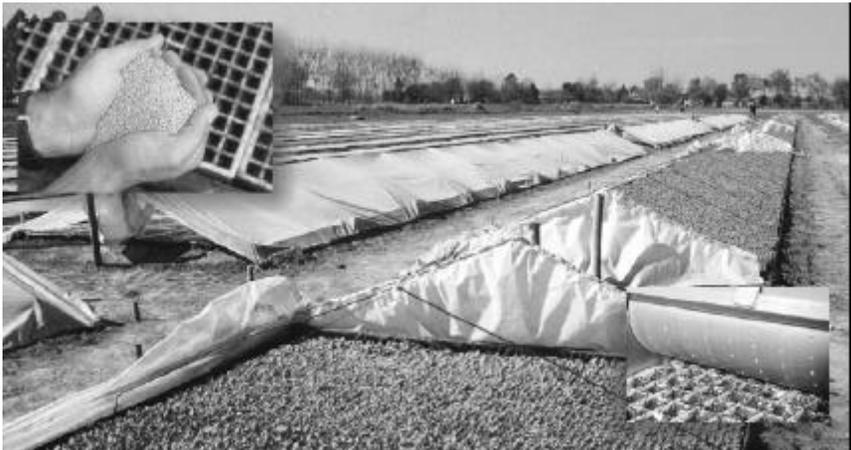
Es conveniente verificar las características del modelo que usamos y que figuran en el envase que acompaña al conductímetro, o en el mismo folleto explicativo. El fabricante puede introducir modificaciones sobre modelos anteriores con la misma denominación, introduciendo rangos de trabajo distintos (0,01 mS/cm a 19,99 mS/cm), otra presentación del valor de la conductividad eléctrica (miliSiemen en lugar de microSiemen), e incluso la resolución.

Para obtener el máximo rendimiento de nuestro aparato debemos:

- **CONFIRMAR** las características de nuestro modelo.
- **CALIBRAR** cada año con las soluciones patrón adecuadas al modelo.
- **VERIFICAR** el correcto estado de las pilas.
- **SUMERGIR** los electrodos en su totalidad, evitando que se llenen de algas y puedan dar unos valores erróneos.
- **LIMPIAR** los electrodos con agua limpia tras cada uso, para evitar posibles acumulaciones de suciedad y de sales.
- **EVITAR** dejarlo expuesto demasiado tiempo bajo los rayos solares.



### Anexo 3: Uso del inyector-dosificador





## Uso adecuado del dosificador

El caudal práctico y presión de funcionamiento, las dosificaciones y la altura máxima de aspiración son algunas de las características a respetar para obtener el rendimiento adecuado del aparato.

La solución madre (o solución aspirada) es una solución preparada a partir de uno o varios fertilizantes y de otros productos.

La solución madre es una solución concentrada del producto que deseamos incorporar a la red hídrica. Cuanto más concentrada sea, menor será el volumen de la solución a preparar, y por lo tanto, de los tanques de disolución.

Para preparar la solución madre se debe tener en cuenta ciertas limitaciones. La solubilidad de los productos (g/l ó cm<sup>3</sup>) marcará los límites máximos aconsejables. Debe tenerse muy presente las posibles reacciones químicas entre productos y evitar aquellas mezclas que pueden reaccionar.

La limpieza del inyector - dosificador alargará su vida útil y asegurará un perfecto rendimiento. El aspirar agua limpia detrás de la solución madre es suficiente.

Finalizada su utilización, limpiar con agua abundante y retirar el aparato, protegiéndolo de altas temperaturas y, sobre todo, de las heladas.

### **Ejemplo de utilización del inyector – dosificador para aporte de abono**

Si disponemos de:

- \* una pileta de 15.000 litros,
- \* un abono 20-10-20 y
- \* la concentración deseada es de 100 ppm.

Método a seguir:

1. Calcule la concentración deseada:

$$\frac{\text{ppm}}{\%N \times 10} = \text{g/l}$$

En nuestro ejemplo sustituimos:

$$\frac{100}{20 \%N \times 10} = 0,5 \text{ g/l}$$

2. Cantidad de abono a aportar:

Volumen de agua de la pileta x concentración g/l.

En nuestro ejemplo:

$$15.000 \times 0,5 = 7500 \text{ g}$$

3. Elección de la regulación del dosificador para un recipiente aforado de 100 litros:

Elegimos el 0,4% en el dosificador y si la concentración deseada de 0,5 g/l, según la tabla del dosificador para 1 litro de solución madre se debe aportar 125 g de abono.

4. Como necesitamos 7.500 g de abono en la pileta, dividiéndose por 125 g/l nos daba un volumen de solución madre resultante, que son 60 litros.

La solución madre que debemos preparar tendrá 60 litros de agua y 7500 g de abono disueltos.

Se conecta el inyector y la pileta se llenará con una solución permanente de 0,5 g/l.

## **Anexo 4: Síntomas visuales por exceso o defecto de nutrientes**





### **Deficiencia de Nitrógeno**

Las hojas más viejas llegan a estar uniformemente cloróticas. Muchos días después, las hojas más viejas se necrosan y pueden caer.

### **Deficiencia de Fósforo**

Las plantas detienen su desarrollo y, al mismo tiempo, las hojas pasan a un tono de verde más intenso de lo normal. Algunas veces, las hojas más viejas desarrollan una coloración púrpura seguida de clorosis y por último de necrosis.

### **Deficiencia de Potasio**

Los bordes de las hojas más viejas se vuelven cloróticas seguido de necrosis. Puntos necróticos similares pueden formarse cerca de las puntas de las hojas más viejas. Pronto estas hojas más viejas comienzan a necrosarse completamente.

### **Deficiencia de Calcio**

Los síntomas se manifiestan en la parte superior de la planta. Pueden desarrollarse distintas formas de clorosis. Las hojas se pueden desarrollar en tamaño miniatura o como tiras, los brotes paran de crecer y las raíces son cortas, gruesas y ramificadas.

### **Deficiencia de Magnesio**

Las hojas más viejas desarrollan clorosis entre los nervios.

### **Deficiencia de Azufre**

Las hojas de toda la planta están uniformemente cloróticas. A veces, los síntomas tienden a ser más pronunciados en la parte superior de la planta, mientras los síntomas en cada hoja se parecen a la deficiencia de nitrógeno. Es fácil distinguir la deficiencia de azufre de la de nitrógeno porque la de esta última comienza por las hojas bajas.

La deficiencia de azufre en las hojas puede, a veces, tomar un color beige, que es diferente al de la deficiencia de nitrógeno.

### **Deficiencia de Hierro**

Clorosis internervial de las hojas jóvenes.

### **Deficiencia de Manganeso**

Quemaduras en las puntas y márgenes de las hojas más viejas, o formación de manchas marrón-rojizas en las hojas más viejas. Las manchas son al comienzo, aproximadamente, de 1,5 mm de diámetro y se reparten por la hoja. El número de manchas aumenta y, eventualmente, se unen formando manchas grandes.

### **Deficiencia de Zinc**

Las hojas jóvenes son muy pequeñas y los entrenudos son cortos, dando al tallo una apariencia de roseta. Las hojas jóvenes están también cloróticas en diversas partes, pero tendiendo hacia la zona internervial.

### **Deficiencia de Cobre**

Las hojas jóvenes desarrollan clorosis internervial, sin embargo las hojas punteras y los lóbulos de estas hojas permanecen verdes. Después, las hojas más jóvenes completamente extendidas rápidamente se necrosan. La muerte repentina de estas hojas se parece a una desecación.

### **Deficiencia de Boro**

Muerte de las yemas en crecimiento al ramificarse, seguida por la muerte de los nuevos brotes, induciendo eventualmente a la proliferación de rebrotes terminados en forma de escoba de bruja. Entrenudos cortos, rizado y engrosamiento de las hojas jóvenes, encorchamiento de las hojas jóvenes, tallos y brotes. Hojas jóvenes cloróticas sin patrón definido.

### **Toxicidad por Boro**

Los bordes de las hojas más viejas se necrosan con un color marrón rojizo característico.

Las manchas necróticas se pueden desarrollar desde las puntas de las hojas, pero tiende a concentrarse en los bordes.

### **Deficiencia de Molibdeno**

Las hojas de la mitad de la planta pueden llegar a estar medio formadas, pareciéndose a una media luna con algunos rizamientos. Los bordes de esas hojas se vuelven cloróticos y rápidamente se necrosan. Los síntomas se extienden hacia arriba y abajo en la planta.



## **Anexo 5: Ejemplo de tratamientos fitosanitarios con inyector dosificador**





## **SUPERFICIE A TRATAR: 1500 m<sup>2</sup>.**

### **1. DOSIS DE PRODUCTOS:**

- a) 1,5 cm<sup>3</sup>/l
- b) 0,8 cm<sup>3</sup>/l
- c) 0,2 cm<sup>3</sup>/l

### **2. SOLUCION A APLICAR EN EL TRATAMIENTO:**

A razón de 1 litro por cada 10 m<sup>2</sup>.

$$\frac{1.500 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{l}} = 150 \text{ litros de solución}$$

### **3. ELECCIÓN DE LA REGULACIÓN DEL DOSIFICADOR**

Elegimos la regulación del dosificador, por ejemplo la de 0,4%.

Utilizamos la tabla que acompaña al dosificador y buscamos la columna del 0,4% para la concentración deseada de cada uno de los productos a, b y c.

De esa tabla obtenemos que para:

la concentración 1,5 cm<sup>3</sup>/l del producto a, correspondería un valor de 375,

la concentración 1,8 cm<sup>3</sup>/l del producto b, correspondería un valor de 200 y

la concentración 0,2 cm<sup>3</sup>/l del producto a, correspondería un valor de 50.

Por lo tanto, para cada litro de solución madre y para una regulación del dosificador de 0,4% habrá 375 cm<sup>3</sup> del producto a, 200 cm<sup>3</sup> del producto b y 50 cm<sup>3</sup> del producto c. Si la suma de a + b + c fuese superior a 1000 cm<sup>3</sup> (1 litro) deberá elegir un % de regulación mayor del dosificador (por ejemplo, 0,8) para obtener unos nuevos valores cuya suma fuese < de 1000 cm<sup>3</sup> (1 litro).

**4. Como sabemos que vamos a aplicar 150 litros, la cantidad de solución madre a preparar es:**

$$150 \text{ litros} \times 0,4\% = 600 \text{ cm}^3$$

600 cm<sup>3</sup> es la cantidad de solución madre que succionará el inyector – dosificador durante el tratamiento.

Para preparar los 600 cm<sup>3</sup>, utilizaremos los valores obtenidos en punto 3.

$$\text{Cantidad de producto a} \quad \frac{600 \times 375}{1.000} = 225 \text{ cm}^3$$

$$\text{Cantidad de producto b} \quad \frac{600 \times 200}{1.000} = 120 \text{ cm}^3$$

$$\text{Cantidad de producto c} \quad \frac{600 \times 50}{1.000} = 30 \text{ cm}^3$$

$$\text{Cantidad de agua a aportar: } 600 - (225 + 120 + 30) = 225 \text{ cm}^3$$

#### 5. La solución madre estará compuesta por:

225 cm<sup>3</sup> producto a  
120 cm<sup>3</sup> producto b  
30 cm<sup>3</sup> producto c  
225 cm<sup>3</sup> de agua

---

600 cm<sup>3</sup> que succionará el inyector – dosificador.











FOTO N°1: CÁMARA DE VAPOR CON BANDEJAS  
Cámara y caldera para desinfección de bandejas con vapor



FOTOS N° 2  
Nivelación y  
construcción  
de pileta con  
bloques de  
cemento.



FOTO N°3: construcción de pileta con ladrillos y cobertura de base con arena



FOTO N°4: pileta construida con bordes de chapa. Observar el polietileno negro agarrado con broches.



FOTO N°5: Cobertura de la pileta con polietileno negro de 200 micrones



FOTO N° 6: Llenado de la pileta con tanque previamente higienizado para prevenir residuos de plaguicidas



FOTO N° 7: llenado manual de las bandejas en mesa



FOTO N°8: semilla pelletizada para siembra de almácigos flotantes



FOTO N°9: Marcador de bandejas llenas, en mesa de trabajo



FOTO N°10: Cabecera de pileta con bandejas sembradas con el doble de semilla para repicar en celdas falladas



FOTO N°11: Sembradora manual de madera y plástico.  
Origen Misiones (siembra media bandeja)

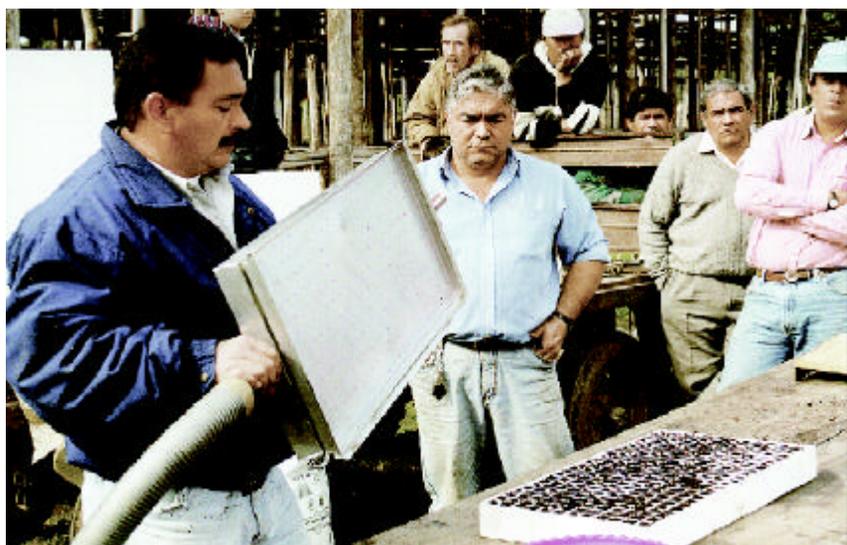


FOTO N° 12: Sembradora neumática que funciona a base de vacío con una aspiradora doméstica.



FOTO N°13: Línea automática de llenado y siembra de bandejas



FOTO N° 14: Rolo sembrador en línea automática



FOTO N°15: Microtúnel cubierto con plástico cristal LDT. Observar cobertura plástica de los arcos para no dañar el polietileno, y cintas de goma para sostenerlo frente a los vientos de la zona.



FOTO N°16: Micro túneles con diseño a dos aguas para una gran superficie de tabaco

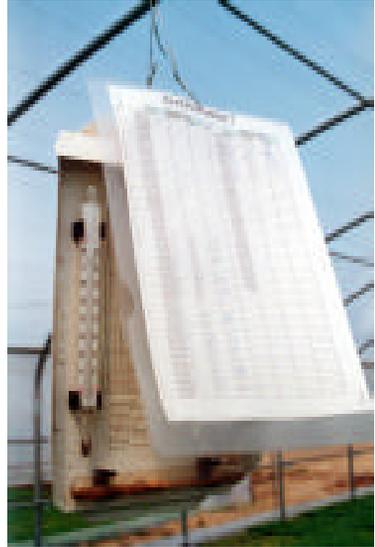


FOTO N°17: Termómetro y planilla de registro para seguimiento de temperatura en un invernadero



FOTO N°18: ventiladores en invernadero

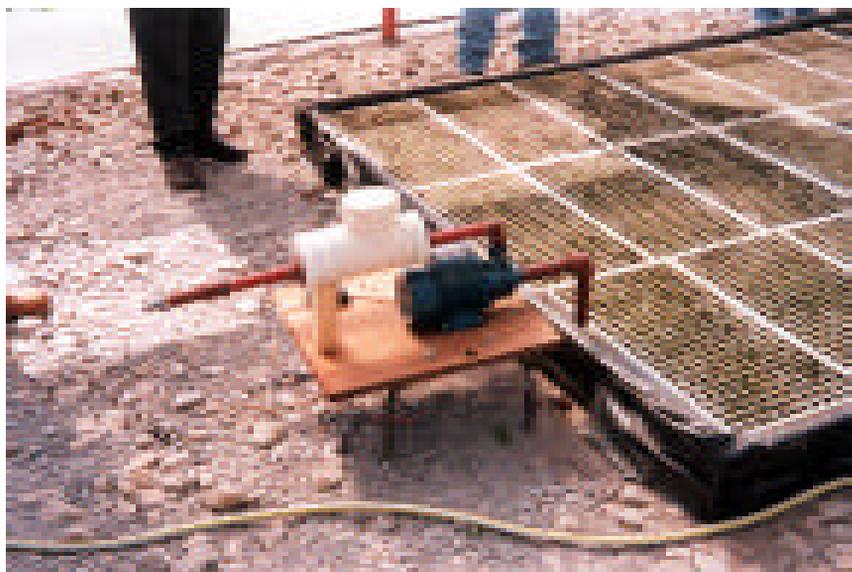


FOTO N°19: Bomba de pequeñas dimensiones para remover el agua en pileta de un macrotúnel



FOTO N°20: Control de conductividad del agua de la pileta en forma periódica



FOTO N° 21: Inyector-dosificador para agregado de fertilizantes en invernaderos comerciales



FOTO N°22: Algas inocuas que crecen sobre el sustrato en las primeras semanas



FOTO N°23: Plantines podados y sin podar



FOTO N°24: Podadora estática de mesa para pequeños almácigos. Las bandejas se pasan por debajo de la cuchilla

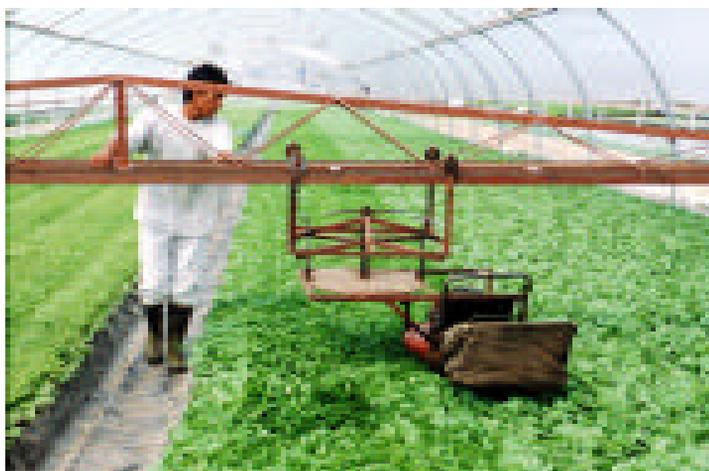


FOTO N° 25: Cortadora de césped montada sobre bastidor para poda de plantines. El operario empuja el bastidor a lo largo de rieles a lo largo del invernadero.



FOTO N°26: Cortadora de cuchillas rotativas adaptada a bastidor móvil para poda en micro túneles de gran tamaño.



FOTO N°27: Plantín listo para ser trasplantado



FOTO N°28 Carga de bandejas con plantines en un camión para llevar al lugar de trasplante.



FOTO N°29: Operarios trasplantando plantines previamente sacados de sus respectivas bandejas

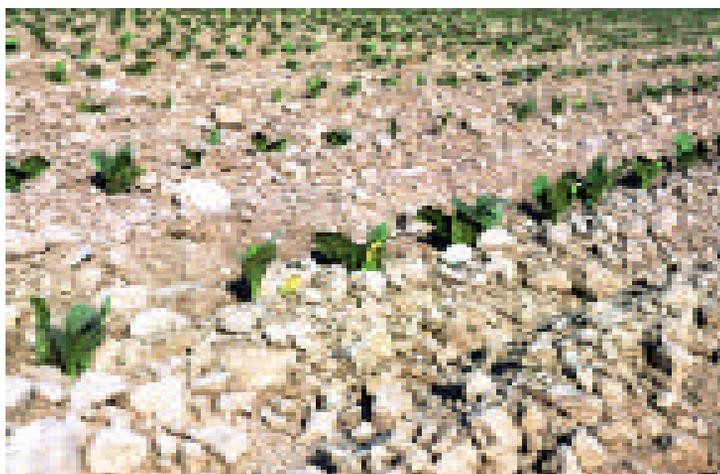


FOTO N°30: Plantas provenientes de flotantes recién trasplantadas sin estrés alguno



FOTO N°31: Desarrollo radicular comparativo de una planta proveniente de flotantes (izq.) con una de almácigo convencional (der.)

Colaboraron en la confección  
y revisión de este manual:  
Biaggi María Cristina, Ing.Agr (MSc.)  
Kryvenky Mario; Ing.Agr.  
Mayol Marcelo; Ing.Agr. (MSc.)  
Sosa Domingo Alberto; Ing.Agr (MSc.)  
Valeiro Alejandro; (Ing.Agr. (Msc.)

Corrección  
Claudia Mascarini

Edición y Diseño gráfico  
Liliana Ponti  
José Luis Vecchi  
Enrique Caramelli  
Marcelo Diéguez  
Alejandro Menegaz



**Para consultas, dirigirse a los equipos técnicos del Proyecto PROZONO en:**

**Jujuy**

- Agencia de Extensión Agropecuaria Perico - C.C. 14 - 4608 Perico - Jujuy -  
Tel.:(0388) 4911281

**Tucumán**

- Estación Experimental Agropecuaria Famaillá - Ruta Prov. 301 - Km. 32 -  
Casillade Correo 11 - (4132) Famaillá - Tucumán - Tel. y Fax: (03863)  
462205. Delegación de Extensión Rural La Cocha -  
San Martín s/n. La Cocha - Tucumán.

**Salta**

- Estación Experimental Agropecuaria Cerrillos Salta - Ruta 68 - Km 172 -  
(4403)Cerrillos - C.C. 207 - (4400) Salta. Tel.: (0387) 492087/4902081.  
Fax: (03863)4902214.

**Misiones**

- Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. C.C. 6 - (3313) Cerro Azul  
-Misiones. Tel. y Fax : (03754) 422787 ó (03752) 494086.

**Catamarca**

- Agencia de Extensión Rural Santa Rosa.  
Ruta Provincial 21 Km 14.; Alijilán. Tel. : (03833) 481121.

**Corrientes**

- Agencia de Extensión Rural Goya - Goya.Tel: 03777-432285

**Chaco**

- Agencia de Extensión Rural San Martín - San Martín.  
Tel: 03725-420026

**ESTE MANUAL ESTÁ DISPONIBLE EN INTERNET EN LA PÁGINA DEL  
PROYECTO PROZONO: <http://www.inta.gov.ar/prozono>**



**EDICIONES INTA**

Departamento de Comunicaciones  
Chile 460 2° piso C.P. 1098 Bs. As.  
Copyright INTA, Febrero de 2003

La obtención de buenas plantas para el trasplante es el primer paso para la obtención de una excelente cosecha de tabaco.

La técnica de producción en bandejas flotantes es un método sencillo y confiable, que requiere poca mano de obra especializada para obtener plantas uniformes, de alta calidad. Estados Unidos se trasplanta desde almácigos flotantes. La introducción y gran aceptación del método de bandejas flotantes, ha supuesto un cambio en la técnica de producir tabaco. Este Manual tiene como objetivo apuntalar el proceso de transformación de la tecnología tradicional de almácigos hacia la de bandejas flotantes que indudablemente implicará un gran salto adelante en la competitividad del sector tabacalero.

El INTA, inició su trabajo en este tema en 1998, en el marco del Proyecto PROZONO relacionado con la problemática del reemplazo del uso del bromuro de metilo en la Argentina; un gas de uso generalizado en la desinfección de suelos que genera grandes riesgos para la salud y destruye la capa de ozono.

Este proyecto coordinado entre con la Oficina del Programa Ozono (Ministerio de Relaciones Exteriores, Culto y Comercio Exterior; Secretaría Ambiente y Desarrollo Sustentable; y Secretaría de Industria de la Nación), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), comparó diferentes técnicas de almácigo y llegó a la conclusión que la de las bandejas flotantes era la más apropiada para el heterogéneo sector tabacalero argentino.

La Argentina produce tabaco en siete provincias del norte: Jujuy, Misiones, Salta, Tucumán, Corrientes, Catamarca y Chaco. El valor de la cosecha anual es de cientos de millones de dólares. Cerca del 60% de la producción se destina a mercados externos.

Más de 20 mil agricultores que van desde el pequeño campesino hasta la gran empresa capitalizada hacen del tabaco su principal fuente de ingresos. Es decir que se trata de un cultivo muy importante tanto desde el punto de vista económico como social en la Argentina.

El proyecto PROZONO continúa trabajando en la difusión de esta tecnología, acompañando iniciativas de gobiernos provinciales, empresas tabacaleras y organizaciones de productores.

La producción de almácigos en bandejas flotantes ha demostrado ser una tecnología factible en términos económicos, técnicos y sociales y esperamos que este Manual contribuya a su amplia adopción.

**Ing.Zoot. Juan Domingo Sal**  
Director Nacional  
Proyecto PROZONO



**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**  
Proyecto PROZONO  
Casilla de Correo 11 - 4132 - Famaiyllá - Tucumán