

Reconocer el sustrato

Método de campo para el análisis rápido de sustratos

ELENA SANZ QUEIRUGA(*)
JAVIER ANSORENA MINER (*)

(*) Laboratorio Agrario. Dpto. Agricultura y Espacios Naturales. Diputación Foral de Gipuzkoa.



En la imagen superior una toma de muestra. Al lado, momento de la preparación del extracto.



Introducción

La gran variabilidad observada en las propiedades de los sustratos comerciales empleados como medio de cultivo de plantas en contenedor (Gojenola y Ansorena, 1994) hace necesario disponer de un control de calidad de los ingredientes y mezclas utilizados, ya que de sus propiedades depende en gran medida el manejo del cultivo. Así, la aireación del sustrato, medida a través de su porosidad de aire, condiciona el régimen e intensidad de riego a aplicar. Lo mismo puede decirse de otras propiedades físicas o químicas, que deben

tenerse en cuenta si se quieren obtener buenas producciones de plantas de calidad, sin correr riesgos de arruinar el cultivo.

Incluso cuando el propio agricultor prepara sus mezclas a partir de ingredientes de calidad contrastada, es necesario realizar un control de calidad del sustrato ya que, con frecuencia, las propiedades de la mezcla final (aireación, acidez, etc) no son simplemente la media de las de sus ingredientes, sino el resultado de la interacción entre todos ellos.

Si a estos aspectos añadimos la rapidez y bajo coste deseables en los

La variabilidad de propiedades que ofrecen numerosos sustratos comerciales, utilizados para el cultivo de plantas en maceta, han llevado a la necesidad de disponer del control de sus componentes y/o mezclas, propiedades de las que depende el éxito del cultivo.

Tabla 1
Comparación de métodos de campo con métodos de laboratorio

Muestra	Método	Extracción	Equipo	pH	Cond (uS/cm)	Nitratos (mg N/l)	Fosfatos (mg P/L)
GF 16	CAMPO	P-M	Laboratorio	4,3	215	31	21
	CAMPO	P-M	Campo	4,5	200	24	20
	CAMPO	V-M	Laboratorio	4,4	232	33	22
	CAMPO	V-M	Campo	4,7	220	30	20
	LABORATORIO	Vv	Laboratorio	4,3	218	33	22
	LABORATORIO	Vv	Campo	4,5	200	27	20
TKS 1	CAMPO	P-M	Laboratorio	6,2	264	70	27
	CAMPO	P-M	Campo	6,4	260	66	25
	CAMPO	V-M	Laboratorio	6,2	306	84	32
	CAMPO	V-M	Campo	6,4	300	79	29
	LABORATORIO	Vv	Laboratorio	6,2	268	69	26
	LABORATORIO	Vv	Campo	6,2	270	77	24
TKS 2	CAMPO	P-M	Laboratorio	6,2	396	54	100
	CAMPO	P-M	Campo	6,4	390	45	104
	CAMPO	V-M	Laboratorio	6,2	414	58	107
	CAMPO	V-M	Campo	6,4	400	49	110
	LABORATORIO	Vv	Laboratorio	6,2	397	54	103
	LABORATORIO	Vv	Campo	6,3	400	42	102

PM: peso-agitación magnética; VM: volumen-agitación magnética; Vv: peso-agitación de vaivén

análisis demandados por los agricultores a los laboratorios, se comprende que muchos productores de planta y sustrato manifiesten su deseo de disponer de métodos sencillos de caracterización, que les permitan efectuar el control de calidad de los ingredientes y mezclas empleados, sin necesidad de depender de un laboratorio.

Para algunas determinaciones es imprescindible utilizar complejos equipos instrumentales, que no están al alcance de los productores. Pero en los últimos años se vienen desarrollando métodos muy simples, que proporcionan información de enorme utilidad. En un reciente trabajo (Ansorena, 1994) hemos descrito en detalle algunos métodos que permiten determinar propiedades físicas tan importantes como la porosidad de aire del sustrato, sin más que disponer de una maceta y una probeta.

También se ha adelantado en el citado trabajo la posibilidad de efectuar la caracterización fisicoquímica del sustrato, utilizando los modernos equipos de campo que han sido comercializados recientemente. En este sentido, existen precedentes en los tradicionales equipos portátiles de análisis de suelos en campo (López Galán y Miñano Fernández, 1988), que mediante

una combinación de pHímetros y conductímetros portátiles y de técnicas colorimétricas basadas en la lectura por comparación en cartas de colores, permiten obtener una información cualitativa y semicuantitativa del estado nutricional del suelo.

Pero la adaptación de estas técnicas de análisis de suelos al análisis de sustratos orgánicos no es directa y, en todo caso, podría ser aplicable a los sustratos con proporción mayoritaria de suelo mineral. Para ilustrarlo, describiremos las diferentes etapas que comprende su caracterización fisicoquímica, estableciendo un

paralelismo y comparación entre ambos tipos de medio de cultivo.

En el presente trabajo se describe un sencillo método de caracterización fisicoquímica de sustratos basados en ingredientes orgánicos tipo turba, corteza o similares. Con una inversión mínima, puede ser usado por el productor para controlar la acidez y el contenido en nutrientes minerales, mediante la medida del pH y la conductividad. Esta información suele ser suficiente en muchos casos para conocer si las condiciones nutritivas son adecuadas o no y actuar en consecuencia añadiendo cal, agua o abonos, particularmente en sustratos no fertilizados que son abonados por el propio productor.

No siempre son suficientes los valores de pH y conductividad para este fin, ya que, por ejemplo, un índice de conductividad adecuado no significa necesariamente un nivel de fertilización correcto (dicho parámetro orienta sobre el contenido *total* de sales disueltas y pueden estar presentes otras sustancias que no sean nutrientes). Para una evaluación más exhaustiva del estado nutricional, se describe la forma en que pueden completarse dichas medidas con una determinación sencilla del nitrógeno

La aireación del sustrato, medida a través de su porosidad, condiciona el régimen e intensidad de riego a aplicar.



En la fotografía inferior, extracción de nutrientes por agitación. Al lado, filtración del extracto.



y el fósforo, si se dispone de un equipo colorimétrico de medida.

Caracterización fisicoquímica de sustratos

La transformación de un método de laboratorio en una técnica de campo requiere la adaptación de cada una de las etapas que componen el proceso de análisis de un medio de cultivo:

a) Toma de muestra

La mayoría de laboratorios españoles siguen la técnica tradicional de pesar una cierta cantidad de suelo seco, triturado y tamizado a 2 mm, al cual se aplican las posteriores etapas del análisis. Los equipos portátiles de análisis de suelo normalmente suelen acogerse a la tendencia más reciente, de tomar un volumen en lugar de un peso de suelo. De esta forma, y junto a otras ventajas, puede

Muchos productores de plantas y fabricantes de sustratos, manifiestan frecuentemente su deseo de disponer de métodos sencillos de caracterización de estos sustratos, haciéndoles más independientes de los laboratorios de análisis.

sustituirse el empleo de una balanza por el de unas sencillas cucharas de volumen calibrado.

La adaptación de esta etapa al análisis de campo de sustratos presenta muchas ventajas respecto del suelo mineral, ya que normalmente los sustratos se analizan sin secar ni triturar la muestra y, a causa de las diferencias de densidad, se reconoce universalmente la conveniencia de expresar los resultados en relación a volumen del sustrato. Sin embargo, la heterogeneidad que suelen presentar las muestras húmedas no trituradas, hace que el volumen de sustrato a tomar para el análisis sea muy superior al que se requiere para el análisis de suelo (unos pocos mililitros), por lo que en lugar de cucharas calibradas es necesario emplear algún contenedor de suficiente capacidad (entre 50 y 150 mililitros).

b) Obtención del extracto

La segunda etapa del análisis de un medio de cultivo suele ser la extracción con un líquido de los nutrientes a determinar. En algunos países como Australia y Estados Unidos (Handreck y Black, 1991), dicha extracción suele efectuarse habitualmente tras preparar una *pasta saturada* de agua, en la que se trata de reproducir las condiciones de capacidad de campo o de contenedor. Pero lo más habitual en Europa es preparar una *suspensión* de una cierta cantidad de medio de cultivo en un volumen de líquido extractante, y extraer los nutrientes por agitación. Una vez filtrada la mezcla, se obtiene el extracto en el que se miden los diferentes parámetros.

En los suelos minerales, la extracción se efectúa con soluciones de sales (bicarbonato sódico, acetato amónico, etc), que desplazan tanto los nutrientes disueltos en la solución acuosa como los retenidos en forma de reserva en el complejo de cambio y en otras formas disponibles para la planta. Tan sólo la extracción para la determinación del pH y conductividad suele realizarse habitualmente con agua. Sin embargo, en los sustratos orgánicos los nutrientes minerales normalmente se extraen también con agua (Bunt, 1988), lo que facilita nuevamente su adaptación al análisis de campo, tanto por la mayor sencillez y economía de la extracción como por el menor riesgo de interfe-

rencias en las posteriores lecturas potenciométricas o colorimétricas.

La principal diferencia entre los métodos de análisis de sustratos vigentes en Europa radica en las condiciones de extracción, fundamentalmente en la relación de volúmenes de sustrato a agua y en el empleo de un equipo de succión. Por su óptima adaptación al análisis de campo, hemos seleccionado el método inglés, que emplea una relación de volúmenes de 1:6. Además, los resultados que proporciona presentan una excelente correlación con los del método holandés (Johnson, 1980) y del extracto de saturación (Sanz y Ansorena, 1994).

La extracción de nutrientes se efectúa agitando la suspensión 1:6 (v:v) de sustrato en agua en un agitador de vaivén. El precio de este tipo de agitadores de laboratorio suele ser elevado, por lo que de cara a su adaptación a un método de campo hemos estudiado su posible sustitución por un agitador magnético, de los que se hallan disponibles comercialmente a precio muy inferior, asequible a las posibilidades de cualquier productor.

La última fase en el proceso de obtención del extracto es la filtración de la suspensión, a fin de eliminar los sólidos que interfieren en las posteriores medidas. Su adaptación al análisis de campo es muy sencilla, siendo la lentitud el principal inconveniente que hace deseable la eliminación de esta etapa, si se dispone de una técnica de medida libre de interferencias.

c) Determinaciones analíticas

Tanto la medida del pH en la suspensión acuosa como la de la conductividad en el extracto filtrado son directas y muy simples, por lo que no presentan ningún problema si se toman las debidas precauciones (calibración, compensación de temperatura, etc).

De las técnicas de laboratorio habitualmente empleadas para determinar los nutrientes minerales, son las colorimétricas las que mejor se adaptan al análisis de campo. Pero puede ser necesario efectuar un tratamiento previo para eliminar el intenso color debido a la materia orgánica disuelta que habitualmente presentan los extractos de sustratos, y que suelen interferir en la lectura colorimétrica. Por ello, resulta ideal disponer de una técnica de medida que, como he-

Dos ejemplos de medida en el campo. En la fotografía superior, medida de la conductividad. Debajo, lectura reflectométrica.

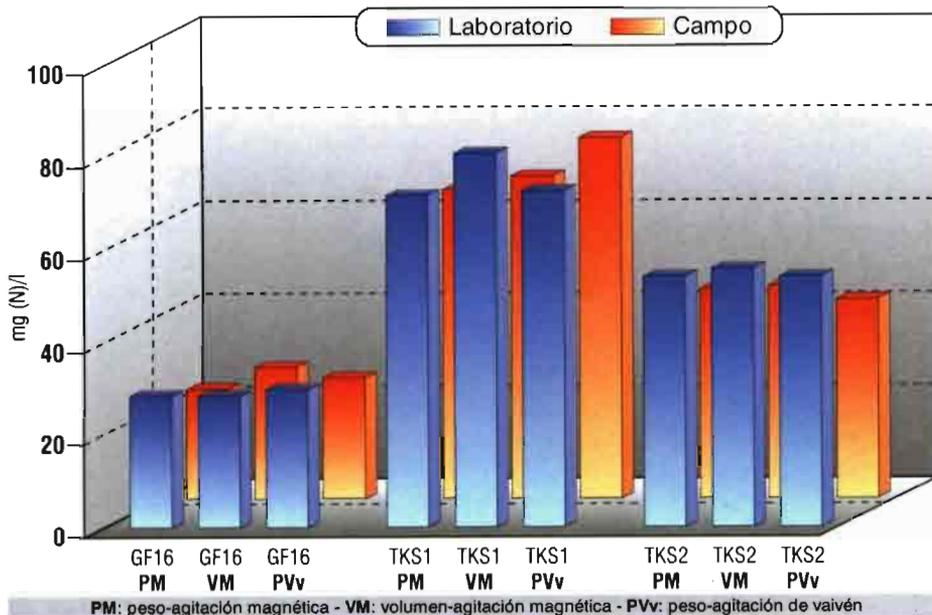


mos comprobado en el lector reflectométrico de varillas reactivas, esté libre de las interferencias de sólidos y color anteriormente citadas y permita, por tanto, evitar las citadas etapas de filtración y decoloración.

Otro aspecto a considerar en la selección de la técnica de medida es la gama de nutrientes y el rango de concentraciones que permite analizar. Lamentablemente, el equipo reflectométrico seleccionado permite determinar únicamente el contenido en nitratos y fosfatos en el extracto acuoso del sustrato, ya que las varillas disponibles actualmente para potasio y amonio sólo cubren un rango de concentraciones elevado, muy superior al habitual. Tampoco puede determinarse el magnesio, aunque las previsiones indican que en un futuro no muy lejano se desarrollarán las varillas reactivas para un intervalo de concentraciones adecuado de

Muchos productores de plantas y fabricantes de sustratos, manifiestan frecuentemente su deseo de disponer de métodos sencillos de caracterización de estos sustratos, haciéndoles más independientes de los laboratorios de análisis.

Figura 1:
Comparación de los resultados de contenido en nitrógeno obtenidos mediante análisis de laboratorio y de campo



- Agitador de vaivén
- pHímetro
- Conductivímetro
- Equipo de cromatografía iónica

Procedimiento:

Se tara el contenedor de 1 litro y se llena con la muestra de sustrato previamente homogeneizado, empleando una cuchara o similar, golpeando las paredes para que quede completamente lleno, pero sin compactar. Una vez lleno, se enrasa la superficie con un cuchillo o espátula y se pesa el conjunto. Se calcula por diferencia el peso de 1 litro de sustrato (densidad aparente).

A partir de la densidad aparente, se pesa sobre el frasco de 500 ml la cantidad correspondiente a 1/15 de litro, añadiéndose a continuación 400 ml de agua con la probeta. Tras agitar la mezcla durante una hora a 200 rpm en el agitador de vaivén, se mide el pH en la suspensión y se filtra.

En el filtrado se determina la conductividad a 20°C y, una vez eliminada la materia orgánica disuelta mediante el cartucho de extracción, se inyecta la muestra en el sistema cromatográfico, obteniéndose la concentración de nitrato y fosfato, junto a los restantes aniones.

b) Método de campo

Material necesario:

- Contenedor de plástico rígido, de unos 100 ml (del tipo de los utilizados en análisis clínicos)
- Vaso o recipiente de plástico, de 1 litro
- Papel de filtro rápido (puede usarse un filtro de café)
- Embudo de plástico para el anterior
- Agitador magnético con imán
- pHímetro de bolsillo Hanna modelo pHep
- Conductivímetro de bolsillo

todos estos nutrientes.

Materiales y métodos

Para la realización del presente estudio, se han seleccionado tres muestras de sustratos comerciales (GF-16, TKS1 y TKS2) que cubrieran el rango de acidez y contenido en nutrientes habitualmente encontrados. Se han determinado por duplicado el pH, la conductividad y los nitratos y fosfatos en los extractos acuosos 1:6, siguiendo el método de laboratorio y el propuesto como método de campo. En este último caso, se han probado dos variantes de toma de muestra (directa en volumen o previa pesada, para estudiar la posibilidad de prescindir de la balanza), así como la eficacia de la agitación magnética frente a la de vaivén. También se ha estudiado la influencia de la filtración en la lectura colorimétrica de campo.

A fin de comprobar la validez del

método reflectométrico, se han leído por dicha técnica todos los extractos, obtenidos mediante las diferentes variantes de toma de muestra y agitación.

a) Método de laboratorio

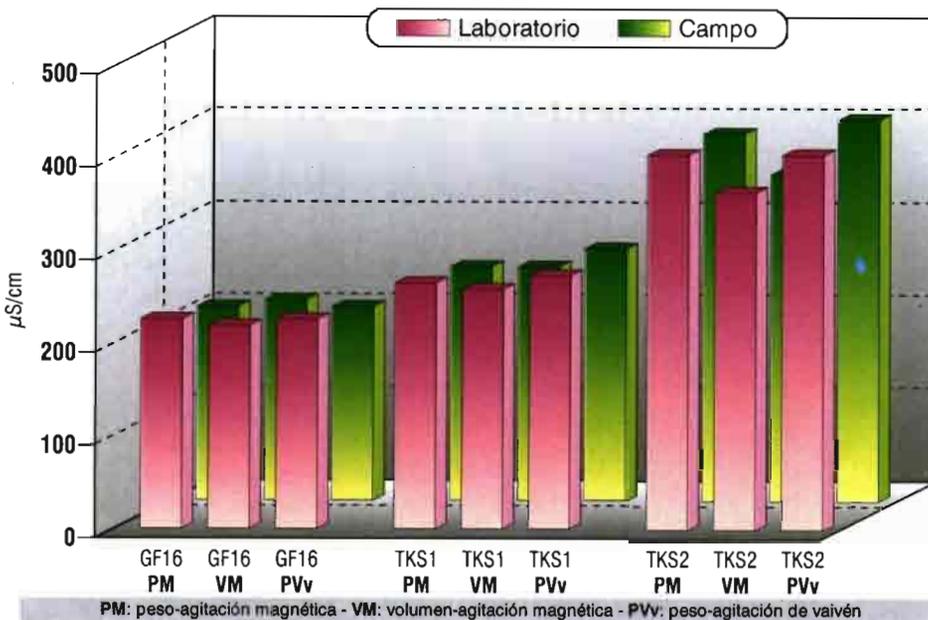
Material necesario:

- Contenedor cilíndrico de plástico rígido de 1 litro, y volumen calibrado (dimensiones aproximadas: 100 mm diámetro interno; 122 mm de altura)
- Frasco de 500 ml, de boca ancha, con tapón
- Probeta de 500 ml
- Papel de filtro de filtración rápida, Whatman 541 o similar
- Cartuchos de extracción en fase sólida tipo Sep-Pak, para eliminación de materia orgánica disuelta
- Balanza, que aprecie como mínimo la décima de gramo

Cuadro 2:
Influencia del volumen del contenedor en los valores de conductividad (µs/cm)

V (ml)	Muestra					
	GF 16		TKS 1		TKS 2	
	a	b	a	b	a	b
55	200	200	330	330	400	410
146	220	190	250	270	350	370

Figura 2:
Comparación de los resultados de conductividad obtenidos mediante análisis de laboratorio y de campo



Hanna modelo DiST 3

- Equipo portátil de lectura colorimétrica RQflex (Merck ref.16970), con varillas reactivas Reflectoquant de nitratos (ref.16971) y de fosfatos (ref. 16978).

Procedimiento:

Una vez homogeneizada a mano la muestra, deshaciendo los agregados si es necesario, se llena de sustrato el contenedor de 100 ml, con ayuda de una cuchara y teniendo la precaución de no comprimir el sustrato. Se elimina con cuidado la cantidad que rebosa, enrasando la superficie con un cuchillo o espátula. Se vierte el contenido en el vaso de un litro y a continuación se llena seis veces el contenedor de 100 ml con agua destilada, vaciando su contenido sobre el sustrato. Se agita durante 1 hora, con suficiente velocidad para que toda la masa de sustrato quede en suspensión.

A continuación se lee el pH en la mezcla, se dejan decantar los sólidos y se filtra, recogiendo en un vaso de plástico el filtrado, en el que se leen la conductividad, los nitratos y fosfatos. Para la medida de nitratos, basta con introducir la tira reactiva en el extracto durante 2 segundos y esperar 1 minuto. Transcurrido este tiempo, se lee directamente en el reflectómetro la concentración de nitrato en el extracto, siguiendo las instrucciones del fabricante. La lec-

tura obtenida nos proporciona los miligramos de nitrato (NO_3^-) por litro de extracto; para expresar esta concentración en miligramos de nitrógeno nítrico (N) por litro de sustrato, es necesario multiplicar la lectura obtenida por los factores de conversión de nitrato a nitrógeno (0,226) y de dilución del sustrato (6), es decir, por 1,36.

El fosfato requiere tomar 5 ml en el recipiente que acompaña al juego de varillas, añadiendo 10 gotas del reactivo suministrado; el resto del procedimiento es prácticamente idéntico al del nitrato. Para expresar las concentraciones de fosfato (PO_4^{3-}) en el extracto, como fósforo (P) en el sustrato, es necesario multiplicar la lectura por 1,96.

Resultados y discusión

El cuadro 1 refleja los resultados obtenidos en el análisis de las tres muestras por los métodos descritos. Los niveles de fertilización indicados por los valores de conductividad se corresponden con los dados por el fabricante, ya que sólo la muestra TKS-2, que presenta la concentración más elevada de fósforo, se suministra como medianamente fertilizada. En estos datos pueden observarse varios aspectos:

a) Los resultados obtenidos no se ven afectados por el hecho de tomar la muestra directamente en volumen o por pesada tras la determinación de la densidad aparente, por lo que puede prescindirse de la balanza. No obstante, como se observa en el cuadro 2, puede mejorarse la precisión tomando un volumen superior, ya que se reduce el efecto de compactación del sustrato. La muestra TKS-1 es la más afectada por el cambio de volumen, quizá por haber sido la más compactada al tomar un volumen menor.

b) Tampoco influye el sistema de agitación ya que, siempre que la intensidad de la agitación magnética sea suficiente para mantener en suspensión toda la masa de sustrato durante el proceso, no se presentan diferencias significativas en relación al método de agitación de vaivén.

c) El método de lectura reflectométrica proporciona resultados semejantes a los del método de laboratorio.

Mediante una combinación de pHímetros y conductímetros portátiles, más algunas técnicas colorimétricas basadas en la lectura por comparación en cartas de colores, permiten obtener una información cualitativa y semicuantitativa del estado nutricional del suelo.

Conclusiones

A la vista de lo anterior, concluimos que la concordancia entre los resultados que proporciona el método de campo propuesto y los de laboratorio es suficiente, no observándose importantes diferencias debidas a las condiciones de toma de muestra, agitación o método de medida empleado.

Esta coincidencia entre métodos ofrece la posibilidad de llevar a cabo un control rutinario del estado nutricional de un sustrato; tratándose además, de un proceso sencillo, al alcance de cualquier persona con un mínimo entrenamiento y que requiere una inversión económica mínima.

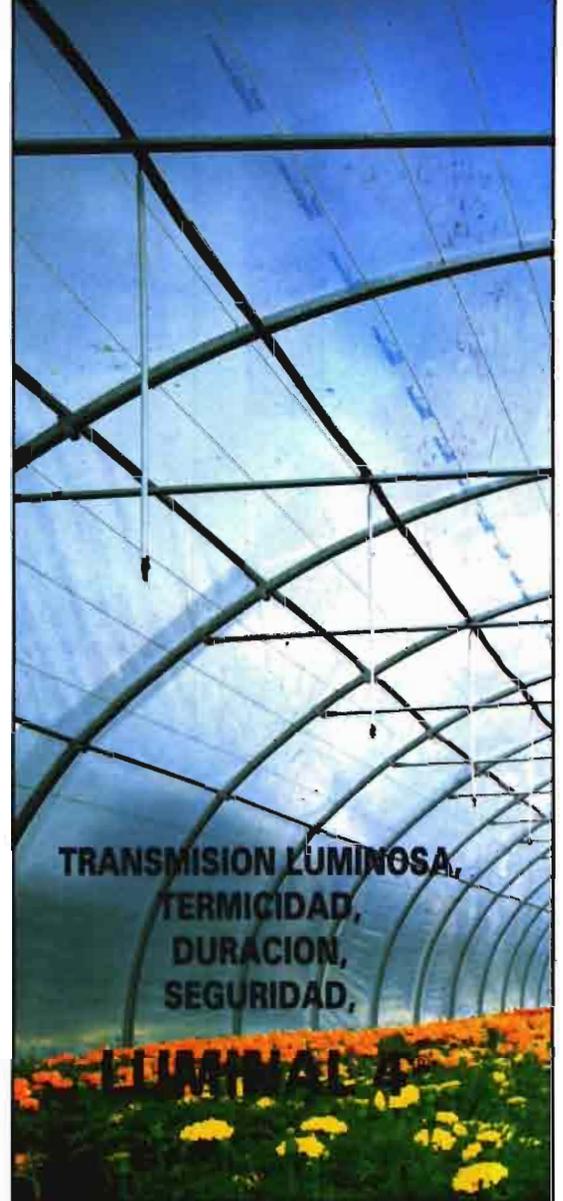
Es previsible que esta propuesta inicial pueda ampliarse en un próximo futuro a la determinación de otros nutrientes (amonio, potasio, magnesio, etc), en la medida en que los fabricantes de equipos de medida colorimétrica de campo amplíen la gama de elementos a determinar.



Bibliografía

- Ansorena, J. (1994). SUSTRATOS. Propiedades y Caracterización. Mundi-Prensa.
- Bunt, A.C. (1988). Media and mixes for container-grown plants. Unwin Hyman.
- Gojenola, A. y Ansorena, J. (1994). Calidad de los sustratos comerciales. Horticultura, 98, 13-20.
- Handreck y Black (1991). Growing media for ornamental plants and turf. New South Wales University Press.
- Johnson, E.W. (1980). Comparison of methods of analysis for loamless composts. Acta Horticulturae 99, 197-204.
- López Galán y Miñano Fernández (1988). Métodos rápidos de análisis de suelos. Hojas divulgadoras nº 18/88 HD. M.A.P.A.
- Sanz, E. y Ansorena, J. (1994). Comparación de métodos de caracterización de sustratos. 25 REUNION BIENAL de la REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE QUIMICA. Vitoria-Gasteiz (1994).

VISQUEEN



Esquise

LUMINAL 4[®]

Plástico coextruido antivaho

LUMINAL 4, aporta:

LUMINOSIDAD

Mantiene en el invernadero un nivel elevado de transmisión luminosa gracias a:

- Efecto antivaho en su cara interior.
- Efecto antipolvo en su cara exterior.

TERIVICIDAD

Aumenta las propiedades de retención de los infrarrojos lejanos (temperaturas mínimas más elevadas).

SOLIDEZ

La coextrusión aporta una gran resistencia mecánica y evita la dilatación.

DURACION

4 campañas en el la zona norte.
3 campañas en el sur de España.

DISTRIBUIDO POR:
JAC, José Antonio Castillo
Ctra. Nacional 232, Km. 357
CALAHORRA (La Rioja) - Tel.: (941) 13 37 06
Fax: (941) 14 80 88