

Cuando?; Como? y Para qué? hacer análisis físicos de sustratos. Lilia Vence.
Facultad de Agronomía- Universidad de Buenos Aires

Sustratos en Argentina

En Argentina el estudio de sustratos constituye un área de conocimiento nueva y en desarrollo y exige un trabajo interdisciplinario donde hay que consensuar algunos aspectos básicos para evitar interpretaciones erróneas. Uno es el uso de un lenguaje en común referido a definiciones de las propiedades y de los términos técnicos, otro sería la elección de las metodologías analíticas para sustratos a ser tomadas como referencia y sobre todo una legislación apropiada actualizada y específica a los sustratos.

A nivel nacional, en la década de los 1990, debido a la relación peso-dólar favorable comienzan a importarse sustratos de excelente calidad provenientes de Europa, USA y Canadá a base de turbas negras y rubias de musgo *Sphagnum* mezcladas con perlita y vermiculita, a lo que los productores se adaptaron rápidamente. Surgen así empresas dedicadas a la producción de plantines en bandejas multiceldas para propagación de todo tipo de plantas en cultivos intensivos como: forestales, frutales, ornamentales, tabaco, florícolas y hortícolas en ambientes protegidos, entre otros, con las ventajas de uniformidad, eliminación de patógenos y estrés de trasplante (Valenzuela 2009). A partir del 2002 con la devaluación del peso se producen aumentos en los costos de producción y las empresas se ven obligadas a usar sustratos de origen nacional. Se produce entonces un aumento en la escala de producción en la industria nacional de sustratos y una demanda creciente de productos de buena calidad a proveedores y fábricas de sustratos (Valenzuela y Gallardo 2003), lo que estimuló las investigaciones y difusión de conocimientos en el área.

Los materiales de origen nacional ampliamente utilizados para formulación de sustratos son la turba nacional de Tierra del Fuego provincia que cuenta con 2700 km² de turberas, la perlita de fabricación nacional con yacimientos en varias provincias, compost de corteza de pino (*Pinus elliottii*, *taeda*, *patula*), turba subtropical provenientes de fondo de lagunas de Entre Ríos, Corrientes y Misiones, compost de poda de espacios urbanos, aunque aún se utilizan la tierra y la arena.

Las mejoras en los procesos de fabricación de sustratos se relacionan con los avances en el conocimiento académico y tecnológico del sector. La definición de un protocolo nacional con métodos de análisis para la caracterización física de sustratos para plantas es un factor determinante para el desarrollo de la industria de sustratos.

El tema sustratos ha sido incorporado en varias instituciones académicas como asignatura: curso de Sustratos en la Maestría de Floricultura de la Univ. Nacional de Lomas de Zamora, en la Maestría de Cultivos Intensivos de la Univ. Nacional del Litoral, asignatura en la curricula de las Tecnicaturas de Floricultura y de Jardinería de la FAUBA (Facultad de Agronomía de la UBA), en la FCA (Facultad de Ciencias Agropecuarias) de Univ. Nacional de Entre Ríos, en tecnicatura en Viveros de la sede andina Bariloche de la Univ. de Río Negro y otras universidades del país, además de cursos específicos que dicta el IF (Instituto de Floricultura) del INTA Castelar y la EEA INTA San Pedro para productores. Esta difusión ha producido una masa crítica que viene ampliándose año a año y la temática sustrato va dejando de ser un “enigma” mediante el conocimiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas y las recomendaciones de manejo.

Esto ha sido acompañado de una difusión de las metodologías específicas para medición de variables en sustratos. A fines del año 2010 se incorporó al proyecto RILSAV del INTA (Red INTA de Laboratorios de Suelos, Agua y Vegetales) el tema de los sustratos y participamos en el proyecto los laboratorios de sustratos del IF INTA Castelar, de la FAUBA, de la EEA San Pedro y la FCA UNER con el objetivo de consensuar protocolos de toma de muestra, medición de variables: densidad de sustrato, capacidad de retención de agua, porosidad total, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica. La propuesta incluía la presentación de los protocolos al instituto Normalizador IRAM como aporte para una legislación apropiada en metodologías.

Lamentablemente por falta de recursos este último paso no se realizó pero hubo un avance significativo con el consenso en los protocolos de medición de por ejemplo densidad de sustrato (densidad aparente) y capacidad de retención de agua mediante el método de Boodt (de Boodt *et al.* 1974) de lechos de arena con tensión de 10 hPa. Actualmente los protocolos se van difundiendo y hay dos laboratorios incipientes en EEA INTA Mendoza y EEA INTA Cerro Azul.

En el marco de estos avances en los últimos años se ha observado una mejora significativa en la calidad de los sustratos profesionales disponibles en el mercado. A pesar de que todavía no hay una legislación que registre metodología, en 2011 el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) dictó la resolución 264/2011, incorporando por primera vez el registro de los productos con la palabra *sustratos*, (incluida una definición) con un formulario aparte del de enmiendas o acondicionadores y el requisito de presentar valores de granulometría y capacidad de retención de agua en el marbete. A pesar de que no se mencionan metodologías, ni laboratorios autorizados con métodos específicos para sustratos.

No obstante, algunos fabricantes de sustratos han avanzado más allá de la legislación y presentan fichas técnicas con propiedades físicas de los sustratos que fabrican. Incluso se han utilizado las principales variables físicas y la curva de retención de agua para formular sustratos y para reemplazar materiales de difícil acceso en mezclas ya elaboradas.

Laboratorio de Sustrato de la Cátedra de Jardinería, FAUBA

Las labores del laboratorio comienzan alrededor del año 2000 intentando adaptar las metodologías de suelo a los materiales para ser usados como sustratos, incorporando el método de embudos de Boodt con equipamiento de fabricación nacional (tensiones de 0 a 100 hPa) que presentó dificultades en su funcionamiento. Mi incorporación a la cátedra y al laboratorio es a partir del año 2003. En el 2004 fui a hacer un entrenamiento metodológico en el Laboratorio de Sustratos de la FCA UNER, donde ya habían implantado el método de Boodt (1974) con lechos de arena con tensión a 10 hPa para medir las variables físicas realizando servicios para productores y recomendaciones. A partir de ahí fuimos armando diferentes dispositivos y surgió el interés y la posibilidad de realizar mi tesis comparando metodologías para análisis de variables físicas. Realicé pasantías en Fepagro con la Dra Fermino entrenando las metodologías de la legislación brasilera y en el IRTA Cabrils, Barcelona con el Dr Marfà. Además adquirimos los “porómetros” utilizados por el equipo del Dr. Fonteno en USNC (Universal State North Carolina) método oficial en el estado de Georgia, USA.

Según Baungarten (2004), Fermino y Kämpf (2005), Valenzuela (2009), se pueden aplicar para la caracterización física de los sustratos distintas metodologías, en cuyos procedimientos se tratan de simular las condiciones de cultivo y así inferir en parte el comportamiento de ese material en un sistema cuando se incorpore la planta. Sin embargo, los materiales usados como materias primas para la formulación de sustratos son de muy variada procedencia, presentando diferentes valores y por lo tanto no existen procedimientos que sean igualmente apropiados para todos los materiales (norma CEN EN-13040:1999, Fonteno y Harden 2003). Por otro lado dependiendo del tratamiento sobre la muestra, los resultados podrán tener distintas interpretaciones (Fermino y Kämpf 2005), por lo tanto existen métodos para distintas finalidades. Existen métodos para medir las propiedades físicas con fines comerciales. Analizan el sustrato envasado o en la pila y contrastan los resultados con valores estandarizados de los parámetros de calidad comercial de ese material, relacionados con la satisfacción de una necesidad determinada. Una interpretación comercial del resultado está asociada a las disposiciones legales sobre registro de productos y confección de los rótulos. En este sentido es importante que la precisión del método empleado para la medición de las variables se mantenga superior a los límites de tolerancia legales. Otros métodos arrojaran resultados de variables que permiten predecir el comportamiento del sustrato en cultivo. Esta valoración agronómica de los resultados tiene que ver con la toma de decisiones técnico-empresarial relacionadas con los aspectos de manejo de tecnología de la planta. Para la elección de los parámetros a determinar y las metodologías a seguir en la medición de las variables en laboratorio se debería procurar que

los resultados sirvan para propósitos comerciales, o sea, realizar los controles para el aseguramiento de la calidad y además brindar información agronómica valiosa para la elección del sustrato y su posterior manejo (Valenzuela 2004).

De acuerdo a estos criterios y los resultados de la investigación (Vence, 2012) surgieron los métodos estandarizados adoptados por el laboratorio de Sustratos de la FAUBA para análisis de sustratos. Actualmente realizamos:

Análisis propiedades físicas de rutina según norma EN-13041

Densidad del sustrato seca; Densidad de partícula; Porosidad total; Capacidad de retención de agua (a 10 hPa de tensión); Capacidad de aireación (a 10 hPa de tensión); Agua Fácilmente Disponible (entre 10 y 50 hPa de tensión); Agua de Reserva (entre 50 y 100 hPa de tensión); Agua difícilmente disponible (a 100 hPa de tensión). Valores de referencia Kipp *et al.* (2001).

Curva de retención de agua según norma EN-13041

Análisis de rutina + 6 puntos de tensión (consultar si se necesita más puntos de tensión) y modelización de acuerdo a van Genugthen (1980).

Propiedades físicas según método expeditivo a campo

Densidad de sustrato seca; Porosidad Total; Capacidad de contenedor; Porosidad de aire

Propiedades físicas según método de Boodt (1974)

Densidad de sustrato seca; Porosidad Total; Capacidad de retención de agua y Capacidad de aireación (10 hPa) e índice de contracción de volumen. Valores de referencia Abad *et al.* (1993).

Granulometría por tamizado

Humedad y Materia Seca (estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$)

Análisis físico-químico (1:5 según EN-13037 y EN-13038)

pH y conductividad eléctrica (CE) y extracto para medición de cationes (EN-13652)

Toxicidad no específica según método Zucconi (1981)

Sistema de Trabajo

En el laboratorio atendemos investigadores, fabricantes de sustratos, productores, y en los últimos tiempos emprendedores de techos verdes y jardines verticales. A medida que fuimos avanzando en la realización de los informes nos dimos cuenta que las preguntas que estaban pendientes eran:

Cuando?; Como? y Para qué? hacer análisis físicos de sustratos

No sirve de mucho desde el laboratorio hacer un informe solo descriptivo de los valores de las propiedades. Los resultados de las mediciones deberían contribuir a la toma de decisiones en los restantes factores del sistema de producción, o viceversa las propiedades del sustrato ajustarse a las necesidades de un sistema ya establecido.

Para que los análisis se difundan tiene que tener un sentido práctico y entonces las recomendaciones tienen que poder aportar a mejorar el sistema productivo para que se distingan las ventajas de realizar los análisis.

Investigadores: Apoyamos la conveniencia de uso de materiales nacionales y más específicamente de materiales locales provenientes de residuos de actividades industriales o agropecuarias de las regiones cercanas a las producciones y se hace necesario el conocimiento de las propiedades de los materiales y su interpretación para un posible uso agronómico. De ahí la importancia de las investigaciones de nuevos materiales y mezclas. A pesar de la difusión de la importancia de la caracterización física de los sustratos muchos investigadores mandan las muestras al laboratorio cuando ya tienen las mezclas armadas o peor aún los experimentos en curso, incluyendo sólo los resultados de manera descriptiva sin realizar una relación causa-efecto

con la respuesta de la planta. Así se desperdicia gran cantidad de información. Otro tema complejo es la elección de materiales para los tratamientos a los que se les aplica a todos un mismo manejo, generalmente distinto al de productor y de esa manera se descartan materiales que podrían ser interesantes con otro sistema de manejo. Este tema es mundial y aún no se le ha dado la importancia que tiene (Valenzuela, 2005).

Productores: Pensamos que uno de los próximos desafíos es trabajar sobre la utilidad de usar los resultados de los análisis para la elección del sustrato más adecuado al sistema de producción. Para la recomendación de los sustratos estamos incluyendo en las conversaciones preliminares a la contratación del servicio la información proveniente del cliente acerca de cuáles son las variables fijas de su sistema de producción y cuales las que podrían ser modificadas. En el caso de sustratos para techos verdes recomendamos además breves experimentos con plantas en los materiales elegidos para minimizar los errores y tener mayor precisión en las recomendaciones de manejo. Otra recomendación es hacer control de calidad con métodos simples (*método expeditivo*) sobre todo cuando se adquieren materiales a granel para realizar mezclas caseras.

Fábricas de Sustratos: Además de obtener los resultados para el cumplimiento de las normas vigentes, sugerimos ampliar el uso de los valores de las variables físicas para realizar fichas técnicas de los sustratos sobre todo en los de venta específica para determinados sistemas (tabaco, germinación, forestales etc.). Hacer controles periódicos de la calidad y uniformidad de las partidas. Además alentarlos en participar en investigación en las respuestas de las plantas a los productos fabricados.

Objetivos a resolver en el corto plazo:

- Profundizar en el conocimiento de los otros factores del sistema para adecuar las recomendaciones de elección y manejo del sustrato. Por un lado analizamos separadamente las propiedades físicas aislándolas del sistema de producción y tratando de simular una parte de ese sistema que serían los ciclos de riego y secado del sustrato. No hay planta, no hay química. Esto sería una limitación en la recomendación para su uso en determinado sistema. Por lo tanto en las recomendaciones para la elección del sustrato y su posterior manejo (riego, fertilización) nos proponemos mejorar la asociación de las propiedades físicas en lo referente a relación agua-aire con las propiedades químicas, físico-químicas y biológicas (alta salinización, baja bioestabilidad, etc.) y las plantas (requerimientos, tipo de raíz, etc.).
- Medición de la conductividad hidráulica saturada, validación del método como valor para mejorar las recomendaciones de las frecuencias y volúmenes de riego.
- Protocolo para medición de mojabilidad y validación del método.
- Nuevos protocolos para diversos materiales: preformados, leca, lana de oveja (nueva propuesta del INTA Esquel).
- Mejoras en relación al tiempo del análisis para obtener los valores para la modelización de las curvas de retención de agua.

Consideraciones Finales: Necesitamos tener sustratos previsibles. El conocimiento sobretodo de la relación agua-aire que nos brindan los análisis físicos nos permiten predecir una parte de su comportamiento en el contenedor, pero debemos profundizar en una visión sistémica al hacer las recomendaciones de elección del sustrato a utilizar y de su posterior manejo.

Bibliografía

- Abad, M., Martínez-Herrero, M.D., Martínez-García, P.F. y Martínez-Corts, J. 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. Acta de Horticultura, 11:141- 154, Madrid.
- Baumgarten, A. 2004. CEN- methods (European satandard) for determining plant available nutrients- a comparison. Acta Hort. 644: 343-349
- De Boodt, M., Verdonck, O. and Cappaert, I. (1974). Method for measuring the waterrelease curve of organic substrates. Acta Hort. 37, 2054-2063
- Fermino, M.H. y Kämpf, A. 2005. Considerations about the packing density of growing media prepared under increasing levels of humidity. Acta Hort. 697:147-151
- Fonteno, W.C. y Harden C T . 2003. Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU porometer. NCSU Porometer Manual. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. 28 pp
- Kipp, J.A., Wever, G. y de Kreij, C. 2001. International substrate manual. Elsevier International, The Netherlands, 94pp
- Valenzuela, O. R. y Gallardo, C.S. 2003. Los sustratos: un insumo clave en los sistemas de producción de plantines. IDIA XXI Año III (4) : 25-2
- Valenzuela, O.R. 2004. Protocolos en la Argentina, problemática actual y propuesta. Mesa debate "Protocolos e interpretaciones de los análisis de sustratos". II Congreso argentino de floricultura. Buenos Aires. Conferencia
- Valenzuela, O.R., 2005. Los sustratos como medio de crecimiento para los cultivos sin suelo. I Seminario internacional de sustratos para plantas. Buenos Aires. Conferencia
- Valenzuela, O.R. 2009. Caracterización y evaluación agronómica de materiales regionales usados en la formulación de sustratos para plantas. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. 153p.
- van Genuchten, M.T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Soc. Amer. Journal 44:892-898
- Vence, L.2012 . Métodos de determinación de parámetros que estiman la disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas y su relación con la respuesta vegetal. URL: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2012venceliliabeatriz.pdf>