

## CONTENEDORES BIODEGRADABLES A PARTIR SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Rocío Fuentes<sup>1</sup>, Agostina Fermani<sup>2</sup>, Felipe Berastorio<sup>3</sup>, Silvia Barbosa<sup>1,2</sup>, Luciana Castillo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> PLAPIQUI (UNS-CONICET), Con. La Carrindanga km. 7, 8000 Bahía Blanca, Argentina

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina

<sup>3</sup> Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, San Andrés 612, 8000 Bahía Blanca, Argentina

sbarbosa@plapiqui.edu.ar

### Introducción

En la actualidad, la producción de plantines hortícolas y ornamentales se realiza en contenedores de polietileno. Este material presenta ventajas como bajo costo y peso, así como también una adecuada resistencia mecánica. Sin embargo, no es biodegradable y debe ser retirado antes del trasplante para permitir tanto el contacto de la raíz con la tierra como para evitar la contaminación del suelo. El problema de la separación del contenedor es crítico cuando se usan máquinas automáticas ya que éstas sujetan al plantín desde el tallo y retiran el recipiente con una pinza. Como consecuencia, se producen grandes pérdidas de plantas ya que el desarrollo de las mismas depende de la resistencia del tallo (Koeser et al., 2009; Richardson-Calfee et al., 2010). Por otra parte, las paredes rígidas de los contenedores plásticos favorecen el enrollamiento y estrangulamiento de las raíces, comprometiendo el crecimiento de los plantines. En tal sentido, el uso de macetas biodegradables a base de materiales renovables y naturales representa una alternativa factible para resolver esta problemática e incrementar el carácter sostenible de los sistemas actuales de producción de plantines. Los contenedores biodegradables pueden ser plantables o compostables. La diferencia entre ellos es que los primeros se pueden plantar en el suelo, mientras que los segundos deben ser compostados o reciclados de forma externa (Evans et al., 2010).

El objetivo de este trabajo es desarrollar contenedores biodegradables para ser usados como recipientes para plantines a partir de subproductos y residuos agroindustriales. Para ello, se seleccionaron diferentes materiales que fueron empleados como matriz y relleno para obtener los biocompuestos. Se caracterizó la microestructura y propiedades mecánicas de las mezclas obtenidas. Además, se realizaron ensayos con plantines en un vivero para evaluar la performance de los contenedores biodegradables.

### Materiales y Métodos

**Selección de los materiales:** se realizó en función de la disponibilidad, cantidad y biodegradabilidad de los subproductos y residuos. Para ello, se eligieron como matrices: un subproducto de la industria cárnica (gelatina, **G**), residuos agroindustriales (polvo de maíz, **M**, y de trigo, **T**) y papel para reciclar (**P**). Como rellenos, se eligieron diferentes residuos agroindustriales (cáscaras de arroz, **A** y cáscaras de girasol, **G**) y residuo de yerba mate (**Y**).

**Obtención de los biocompuestos:** se prepararon diferentes formulaciones a partir de la combinación de todas las matrices y rellenos seleccionados. Para las matrices de gelatina, polvo de maíz y de trigo, se empleó agua como aglomerante, en tanto que para las formulaciones a base de papel usado se incorporó agua y almidón de maíz. Los componentes se mezclaron manualmente. En el caso de los materiales a base de gelatina, se prepararon en una mezcladora de polímeros a escala

laboratorio. Los biocompuestos se denominaron empleando la letra correspondiente a la matriz y al relleno (por ej. **GG** es la mezcla a base de gelatina conteniendo cáscaras de girasol).

**Caracterización de los biocompuestos:** se determinó la densidad para cada formulación, a partir del peso y de las dimensiones de probetas. Por otra parte, la morfología de las mezclas se analizó mediante microscopía digital. Las propiedades de tracción y de flexión se determinaron según las normas ASTM 3039-D y ASTM 790-D, respectivamente. Estos ensayos se llevaron a cabo en una máquina de ensayos universales (Instron) a 25 °C, midiéndose 5 especímenes de cada formulación.

**Preparación de los contenedores:** a partir de los biocompuestos obtenidos se elaboraron contenedores mediante moldeado, los cuales se denominaron con el mismo nombre que las mezclas. La forma elegida de los contenedores fue cónica truncada, simulando los contenedores plásticos que se usan convencionalmente. Luego del moldeado, los contenedores se secaron en estufa a 80 °C hasta peso constante. En el caso de las formulaciones a base de gelatina, los contenedores se obtuvieron a partir de láminas que fueron previamente prensadas mediante termocompresión.

**Ensayos "in vivo" de los contenedores:** el ensayo se llevó a cabo entre el 11 de Febrero al 13 de Marzo del 2019. Se realizó en las instalaciones de un vivero ubicado en la ciudad de Bahía Blanca. En cada uno de los biocontenedores obtenidos se introdujeron plantines de morrón (*Capsicum baccatum*) y luego se enterraron en macetas plásticas ubicadas a la intemperie. Como control, se enterró un plantín en una maceta plástica. El sustrato usado estaba constituido por tierra negra, perlita y chips de madera. La frecuencia de irrigación fue de 2 horas diarias por aspersión. Durante este ensayo, se registró el crecimiento porcentual de los plantines y el porcentaje de ataque por plaga.

### Resultados y Discusión

Las formulaciones de gelatina tienen una densidad de 2.5 g/cm<sup>3</sup> mientras que para los demás biocompuestos los valores fluctúan entre 0.3 y 0.4 g/cm<sup>3</sup>.

Para la obtención de los biocompuestos, se propuso incorporar la mayor cantidad de relleno que admitiera la matriz y que permitiera asegurar la estabilidad dimensional de la mezcla. A partir de las diferentes mezclas, se determinó que el porcentaje de relleno óptimo varía entre 10 y 30% p/p. Por otra parte, los resultados de los ensayos de flexión demostraron que los biocompuestos a base de papel requieren la mayor fuerza para la rotura, respecto de las otras formulaciones. En cuanto a los ensayos de tracción, se registró la fuerza máxima de rotura para las formulaciones de gelatina. Las dimensiones promedio de los contenedores obtenidos a partir de todas las mezclas fueron: 6 cm de alto, 5 cm de diámetro superior y 3 cm de diámetro inferior. En la Figura 1 se muestra un biocontenedor con matriz de polvo de maíz y cáscara de girasol como relleno.

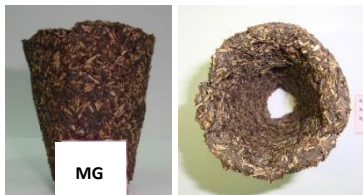


Figura 1.- Fotografía de un biocontenedor.

En la figura 2 se presentan las fotografías correspondientes al ensayo de los biocontenedores en el vivero.

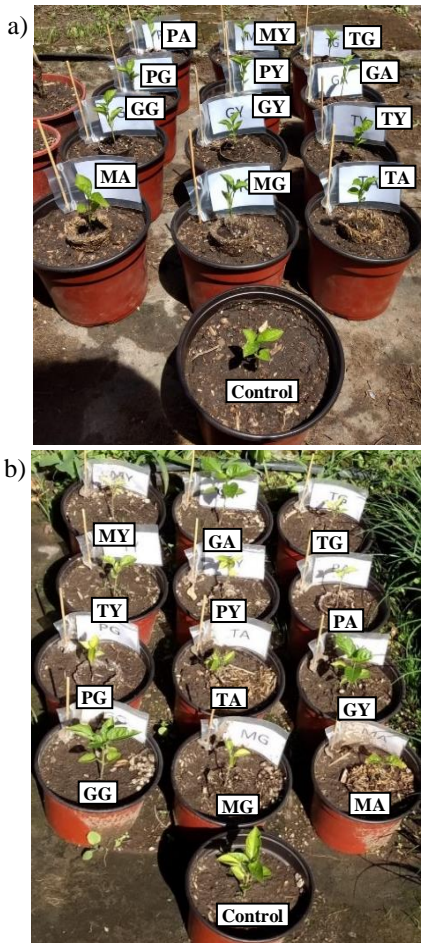


Figura 2.- Ensayo en vivero: a) inicio y b) final.

La tabla 1 presenta los resultados obtenidos a partir del ensayo de los biocontenedores en el vivero. Al finalizar el ensayo en el vivero, si bien la planta control presentó el mayor porcentaje de crecimiento, los contenedores de gelatina (GA, GG y GY) permitieron un gran desarrollo de los plantines, independientemente del relleno. Estas plantas presentaron aspecto saludable, gran porte y buen tamaño de hojas (Figura 2 b). El tipo de relleno influyó sobre el crecimiento de los plantines dado que la presencia de cáscaras de arroz y de yerba favorecieron el desarrollo de las mismas, respecto de las cáscaras de girasol (Tabla 1). Los plantines en los contenedores de papel (PA, PG y PY) evidenciaron poco desarrollo y crecimiento, con hojas basales pequeñas. Además, se evidenció el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila (clorosis) (Figura 2b).

Tabla 1.- Resultados del ensayo en vivero.

Contenedor	Crecimiento porcentual (%)	Ataque por plaga (%)
Control	75.0 ± 5.2	-
GG	23.8 ± 2.3	-
GA	51.3 ± 4.9	-
GY	54.4 ± 5.0	-
PG	14.9 ± 2.1	-
PA	16.0 ± 1.9	-
PY	17.8 ± 3.6	-
MG	11.8 ± 1.3	3.0 ± 0.8
MA	3.1 ± 0.7	35.0 ± 3.6
MY	26.9 ± 2.5	5.0 ± 0.9
TG	17.2 ± 2.8	15.0 ± 2.2
TA	8.1 ± 1.3	10.0 ± 1.5
TY	32.4 ± 3.7	12.0 ± 1.2

Las causas posibles de la clorosis están relacionadas con raíces dañadas y/o compactadas. Estos resultados pueden asociarse al alto contenido de lignina de los contenedores, que retrasa la biodegradación de los mismos y altera el desarrollo radicular de los plantines. Este fenómeno es dominante ya que no se observa influencia alguna del relleno sobre el crecimiento de los plantines. Los contenedores a base de polvo de maíz (MA, MG y MY) y de trigo (TA, TG y TY) evidenciaron que los plantines tuvieron un bajo crecimiento y desarrollo, con pérdida de hojas. Además, en las plantas se detectó el ataque de plagas debido a la aparición de manchas oscuras en las hojas. Este comportamiento es el resultado del debilitamiento general de la planta que la vuelve vulnerable al ataque de insectos, probablemente asociada a la asfixia radicular. Para los contenedores a base de polvo de maíz y de trigo, se observó que el crecimiento de los plantines es favorecido dependiendo del relleno en el siguiente orden: yerba>girasol>arroz.

## Conclusiones

Se obtuvieron contenedores biodegradables a partir de diferentes subproductos y residuos agroindustriales. Para ello, se seleccionaron esta clase de materiales en función de la disponibilidad, cantidad y biodegradabilidad. Se caracterizó la microestructura y propiedades mecánicas de las mezclas. Los resultados obtenidos en el ensayo en el vivero demostraron que los contenedores a base de gelatina son plantables, en tanto que los contenedores a base de papel como los de polvo de maíz y trigo deben ser considerados compostables. Ambos tipos de contenedores son una alternativa interesante y sostenible que pueden cumplir con los requerimientos agronómicos, ecológicos, mecánicos y económicos necesarios para el desarrollo de plantines.

## Referencias

- Evans, M.R., Taylor, M., Kuehny, J. (2010). "Physical properties of biocontainers for greenhouse crops production". *Hortechology*, Vol. 20, No. 3, June 2010., pp 549-555.
- Koeser, A.K., Stewart, J.R., Bollero, G.A., Bullock, D.G., Struve, D.K. (2009). "Impacts of handling and transport on the growth and survival of balled-and-burlapped trees". *Horticultural Science*, Vol. 44, No. 1, February 2009, pp. 53-58.
- Richardson-Calfee, L.E., Harris, J.R., Jones, R.H., Fanelli, J.K. (2010). "Patterns of root production and mortality during transplant establishment of landscape-sized sugar maple". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 135, No. 3, May 2010, pp. 203-211.