
HORTICULTURA



Evaluation of a biostabilized residue rich in yerba mate as a substrate component for basil seedlings

Evaluación de un residuo bioestabilizado rico en yerba mate como componente de sustrato para almácigos de albahaca

González, C. A.¹; Maiocchi, M.²; Medina, R. D.¹; Burgos, A. M.^{1*} & Corrales, M. L.²

¹Facultad de Ciencias Agrarias – FCA, Universidad Nacional del Nordeste - UNNE. Corrientes, Argentina.

²Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura – FACENA, Universidad Nacional del Nordeste - UNNE. Sargento Cabral 2131, CP 3400, Corrientes, Argentina.

*Autor de correspondencia: burgosangela@agr.unne.edu.ar

Recibido: 01/11/2022

Aceptado: 13/04/2023

ABSTRACT

González, C. A.; Maiocchi, M.; Medina, R. D.; Burgos, A. M. & Corrales, M. L. (2023). Evaluation of a biostabilized residue rich in yerba mate as a substrate component for basil seedlings. Horticultura Argentina 42 (108): 25-37. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/sdyog80wt>

In the production of aromatic-condiment seedlings, it is common to use less renewable substrates, such as peat, "black earth" or "mulch". To verify their replacement with a more sustainable substrate, the use of a bioestabilized residue (RB) based on household waste rich in yerba mate (*Ilex paraguariensis*) was evaluated as substrate in basilicum (*Ocimum basilicum*) seedlings. RB was obtained by treating mixtures of household waste from yerba mate, in a 70/30 proportion with remains of fruits and vegetables, in aerated containers that were weekly mixed. After 120 days of

the process, the RB was sifted and its physicochemical properties and effects on basil seedlings were evaluated. Five treatments (T) were established with different combinations of MB and a commercial substrate (SC): T1: 100% SC; T2: 75% SC+ 25% RB; T3: 50% SC + 50% RB; T4: 25% SC + 75% RB and T5: 100% RB. Each treatment consisted of 3 repetitions with 24 sample plants each. The germinative power, plant height and root length were significantly reduced in T5. The height of plants and number of leaves were significantly higher in T3 and T4. In all the combinations of components (T2, T3, T4) the highest fresh and dry mass of the aerial part, and the fresh mass of the whole plant were found with respect to T1. The T4 presented the highest dry mass of the aerial part. The RB was suitable as a substrate component in basil plantations.

Keywords: seedlings, aromatic plants, *Ilex paraguariensis*, *Ocimum basilicum*, organic

solid of urban solid waste.

RESUMEN

González, C. A.; Maiocchi, M.; Medina, R. D.; Burgos, A. M. & Corrales, M. L. (2023). Evaluación de un residuo bioestabilizado rico en yerba mate como componente de sustrato para almácigos de albahaca. *Horticultura Argentina* 42 (108): 25-37. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/sdyog80wt>

En los almácigos de especies aromático-condimenticias, es habitual utilizar sustratos poco renovables, como turba, “tierra negra” o “mantillo”. Para estudiar su reemplazo con otro más sustentable, se evaluó el uso de un residuo bioestabilizado (RB) a base de restos domiciliarios ricos en yerba mate (*Ilex paraguariensis*) como sustrato en almácigos de albahaca (*Ocimum basilicum*). El RB se obtuvo tratando mezclas de restos domiciliarios de yerba mate, en una proporción 70/30 con restos de frutas y verduras, en recipientes aireados que semanalmente se mezclaban. Luego de 120 días de proceso, el RB se tamizó y se evaluaron sus propiedades físicoquímicas y efectos en almácigos de albahaca. Se

establecieron 5 tratamientos (T) con diferentes combinaciones del RB y un sustrato comercial (SC): T1: 100% SC; T2: 75% SC+ 25% RB; T3: 50% SC + 50% RB; T4: 25% SC + 75% RB y T5: 100% RB. Cada tratamiento constó de 3 repeticiones con 24 plantas muestrales cada uno. El poder germinativo, la altura de plantas y la longitud de raíz fueron significativamente reducidas en T5. La altura de plantas y el número de hojas fueron significativamente superiores en T3 y T4. En todas las combinaciones de componentes (T2, T3, T4) se encontró la mayor masa fresca y seca de parte aérea, y de masa fresca de planta entera respecto del T1. El T4 presentó la mayor masa seca de la parte aérea. El RB resultó apto como componente de sustratos en almácigos de albahaca.

Palabras clave: almácigos, plantas aromáticas, *Ilex paraguariensis*, *Ocimum basilicum*, fracción orgánica de residuos sólidos urbanos.

1. Introducción

Los sistemas intensivos de producción de especies aromáticas, condimenticias y hortícolas se volvieron altamente dependientes de insumos externos para que los genotipos comerciales utilizados expresen su alto potencial genético. En el contexto socio-económico actual, muchos pequeños y medianos productores no pueden sostener económicamente dicho paquete tecnológico, con lo cual, es importante generar alternativas productivas (Strassera *et al.*, 2020). Otro elemento que suma complejidad a esta situación es el proceso de diversificación de las prácticas productivas dado el estrecho rango de productos sanitarios de uso autorizado, la inminencia de las restricciones municipales y provinciales a la aplicación de agroquímicos en zonas periurbanas y la inquietud de diversos productores de pasar a prácticas agroecológicas compatibles con el espacio periurbano y el ambiente. Además, en concordancia con la creciente demanda social de alimentos libres de agroquímicos, emerge la necesidad de acudir a la

utilización de bioinsumos para la sustitución de plaguicidas y fertilizantes de síntesis química (Bianco *et al.*, 2019).

La tendencia global del manejo de los sistemas productivos demanda conocimientos básicos de los recursos tales como el manejo de las enmiendas agrícolas aplicadas al suelo (Pérez *et al.*, 2008). Particularmente, en horticultura suelen emplearse enmiendas orgánicas para mejorar la condición física y química del suelo (Tejada & González, 2003).

Para la elaboración de enmiendas orgánicas o “abonos orgánicos” (término genérico más difundido en la población), se emplean diferentes tipos de materiales. Consecuentemente, las enmiendas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen (Silbert *et al.*, 2018) por lo que sus efectos sobre diferentes especies vegetales podrán diferir ampliamente.

El consumo de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill., Aquifoliaceae) St. Hil., cuyas hojas tostadas y desmenuzadas se beben en infusión, está ampliamente extendido en Argentina y más aún en las dos únicas provincias productoras de la misma, Corrientes y Misiones (Capellari, 2017). Los residuos de yerba mate generan grandes volúmenes domiciliarios orgánicos con potencial de ser reciclado y que actualmente no es aprovechado, aumentando los problemas de acumulación de residuos vinculados con la higiene y la contaminación ambiental (Torrendel *et al.*, 2008). Los residuos de yerba mate que se generan a nivel domiciliario son clasificados como “verdes y húmedos”, principalmente por su aporte de nitrógeno, por su elevado contenido de humedad y de sales y por su capacidad de descomponerse rápidamente (Silbert *et al.*, 2018). Torrendel *et al.* (2008) han comprobado que los desechos de yerba mate tienen un gran potencial de reciclado si son utilizados como sustrato en la lombricultura. Los residuos orgánicos pueden convertirse, mediante procesos biológicos y mecánicos adecuados, en enmiendas orgánicas (Strassera *et al.*, 2020) y conformar un bioinsumo útil como abono de cultivos o como mejorador de suelo (Soto, 2003).

Como el compostaje hogareño se realiza en pequeña escala, el calor que genera la actividad microbiana tiende a disiparse y no es posible alcanzar una temperatura de al menos 55 °C durante tres días que asegure la sanitización del material (Requisito de la Resolución SENASA N° 264/2011). Sin embargo, esta limitación no resulta un inconveniente, porque la posibilidad de presencia de organismos patógenos que afectan al humano son muy pocas, debido a que se procesa material vegetal, no animal (Trémier, 2012; Wang *et al.*, 2014). De esta manera, el producto puede tardar más tiempo en alcanzar madurez y estabilidad por esta falta de temperatura y si existiera alguna duda, al esperar un tiempo mínimo de un año antes de utilizarlo se podrá asegurar su inocuidad (Ringuelet & Koristchoner, 2023).

Por otra parte, al tratarse de la misma persona o grupo familiar que genera los residuos del alimento que ingiere y la que produce y utiliza el compost resultante, se tiene un control muy directo de todo el proceso.

En función a todo ello, en este trabajo denominamos genéricamente como residuo bioestabilizado (RB) al producto obtenido del procesamiento de desechos domiciliarios a base de yerba mate (70%) y frutas/verduras (30%).

Sabido es que un material bioestabilizado puede tener efectos fitotóxicos, razón por lo que cada nueva formulación debe ser previamente ensayada para garantizar el desarrollo óptimo de un cultivo en cuestión (Bianco *et al.*, 2019).

A fin de comprobar la factibilidad del RB elaborado para su uso potencial en almácigos, se eligió la albahaca (*Ocimum basilicum* L., Lamiaceae) debido a que es una planta anual de fácil germinación, utilizada no solo como hierba aromático-condimenticia y hortaliza de hoja, sino

también por presentar comprobadas cualidades medicinales antisépticas, antiespasmódicas, digestivas, antioxidantes y antimicrobianas (Aye *et al.*, 2019).

Según Burgos *et al.* (2016), la siembra directa de albahaca a campo se recomienda cuando su comercialización será en forma deshidratada. Sin embargo, para el consumo en fresco es conveniente mediante plantines y bajo invernadero, ya que se logra una mayor uniformidad, vigor y sanidad del cultivo.

Atendiendo a las demandas del sector y considerando la importancia de la incorporación de tecnologías de bajo impacto ambiental para una producción más sustentable, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de una enmienda orgánica domiciliaria rica en yerba mate, sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de albahaca como especie aromático-condimenticia de referencia.

2. Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Centro Tecnológico de Producción ubicado en Ruta Nacional N° 12 km 1032, de la provincia de Corrientes, Argentina (-27. 4747142 Sur, -58. 7808168 Oeste).

El material vegetal utilizado fue semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) cv. Genovese gigante de la marca CAPS, cosecha 2020.

La siembra se realizó el día 6/7/2021 en bandejas multiceldas de 72 alveolos de 55 cm³ por celda a razón de una semilla por celda. Las mismas se encontraron ubicadas en una mesada a 1 metro de altura dentro de un invernáculo de 7 metros de ancho por 24 metros de largo, con techo y laterales de polietileno LDT de 100 micrones de espesor.

El sustrato utilizado estuvo compuesto por dos componentes mezclados en distintas proporciones volumen en volumen. Un sustrato comercial (SC) y un residuo bioestabilizado (RB), obtenido a partir de residuos domiciliarios ricos en yerba mate en proporción 70/30 con restos de frutas y verduras, cuyas características físico químicas se presentan en la Tabla 1. Para la elaboración hogareña del RB, se utilizaron baldes de 20 L con perforaciones de 8 mm y tubos de PVC de 20 mm de diámetro con idénticas perforaciones, de manera de garantizar la aireación. Una vez llenos, los recipientes se dejaron estabilizar durante 120 días, con volteos semanales. Al momento de la cosecha, se utilizó un tamiz con perforaciones de 5 mm; las partículas finas constituyeron el RB utilizado y las partículas gruesas se devolvieron al proceso.

La conductividad eléctrica (CE) se midió con un conductímetro (Apers EC700®) a 25,3 °C en una relación 1:2,5 vol/vol de sustrato/agua.

El sustrato comercial (SC) utilizado (Tabla 1) correspondiente a la marca Power Soil Light mix® Buenos Aires, Argentina, contenía turba de musgo *Sphagnum*, perlita, estabilizantes y núcleo fertilizante de liberación controlada. El sustrato Power Soil Light mix® (con aprobación de SENASA N° 18.233) es una mezcla de turbas de musgo *Sphagnum* provenientes de la provincia de Tierra del Fuego, en una combinación específica de turba castaña (65%), turba rubia (25%) y turba negra (10%), y como inertes contiene perlita gruesa (4 a 6 mm) 10% (V/V) y perlita media (2 a 4 mm) 5% (V/V). El pH del mismo fue estabilizado con dolomita (CaMg (CO₃)₂) en una proporción 2,8% (V/V). Contiene un fertilizante de liberación controlada (Trazas) 2,2% V/V de acuerdo a la siguiente composición: Nitrógeno total (7%) del cual 1,5% se encuentra como N amoniacal y 5,5% como N nítrico; 12% de P₅O₂, 40% de K₂O, 4,4% de S, 0,05% de Fe, 0,05% Mn, 0,02% de Cu, 0,02% Zn, 0,01% B y 0,001% Mo.

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con 5 tratamientos (T) consistentes en diferentes combinaciones de RB y el SC (T1: 100% SC; T2: 75% SC+ 25% RB; T3: 50% SC + 50% RB; T4: 25% SC + 75% RB y T5: 100% RB), con 3 repeticiones con 24 plantas muestrales cada una, lo que determinó 72 plantas totales por cada tratamiento. Realizadas las combinaciones de sustratos, se llenaron las bandejas.

Table 1: Physicochemical characteristics of the commercial substrate (SC: T1), the biostabilized residue (RB: T5) and their combinations (T2, T3, T4). Corrientes, Argentine, July 2021.

Tabla 1: Características físicoquímicas del sustrato comercial (SC: T1), del residuo bioestabilizado (RB: T5) y sus combinaciones (T2, T3, T4). Corrientes, Argentina, Julio 2021.

Tratamiento	T1: 100 % SC	T2: 75 %SC- 25 % RB	T3: 50 %SC-50 % RB	T4: 25 %SC- 75 % RB	T5: 100 % RB
Humedad (%)	62,9	-	-	-	38,3
Materia seca (%)	37,0	-	-	-	61,7
Cenizas (%)	15,2	-	-	-	48,1
Materia orgánica (%)	21,8	-	-	-	13,3
Nitrógeno total (%)	0,4	-	-	-	1,0
Relación Carbono/Nitrógeno	28,1	-	-	-	12,9
Densidad aparente (g cm ³)	0,2	-	-	-	0,4
pH (1:2.5)	5,6	6,4	6,7	6,8	7,7
C.E. (1:2.5) mS cm ⁻¹ a 25,3°C	0,5	3,2	5,3	7,1	11,4
T.S.D. (g L ⁻¹)	0,4	2,6	4,3	5,7	9,0

References: E.C.: electrical conductivity. T.S.D.: total dissolved solids.

Referencias: C.E.: conductividad eléctrica. T.S.D.: total de sólidos disueltos.

Transcurridos 60 días después de la siembra (dds) se realizaron las mediciones de variables biométricas: Poder germinativo (%), altura de plantas (cm), número de hojas por planta, longitud de raíz principal (cm), masa fresca y masa seca de plantas enteras (g planta⁻¹) y de la parte aérea de las plantas (g planta⁻¹). La masa seca se determinó después de haber secado en estufas de aire forzado a 65°C hasta alcanzar peso constante.

El riego se realizó inmediatamente después de la siembra de forma manual con regadera y posteriormente se realizaron de forma automatizada por microaspersión, una o dos veces por día de acuerdo a la demanda y en igualdad de condiciones para todos los tratamientos bajo estudio.

Los datos fueron sujetos al análisis de la variancia y la comparación de las medias se realizó mediante el test de comparaciones múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$), previa verificación de los supuestos de normalidad. Todos los análisis se realizaron con el programa InfoStat versión 2008 (Di Rienzo *et al.*, 2017).

3. Resultados y discusión

La albahaca en general se cultiva en suelos con pH entre 4,3 a 8,2 (Makri & Kintzios, 2008; Barbaro & Balsamo, 2022) por lo que en todos los tratamientos evaluados los sustratos se encontraron dentro del rango adecuado (Tabla 1).

El RB (T5) obtenido y evaluado contenía 3 veces más cantidad de cenizas que el SC (T1) y más de 20 veces más sólidos disueltos totales (T.S.D.). El contenido porcentual de N total del RB también fue elevado (1 %) respecto del SC (0,4 %) y presentó una relación Carbono/Nitrógeno cercana a la mitad de la del SC (Tabla 1).

Los efectos de los diferentes tratamientos evaluados sobre las variables biométricas medidas en plántulas de albahaca cv. Genovesa se muestran en la Tabla 2.

Table 2: Effects of the biostabilized residue (RB: T5), of the commercial substrate (SC: T1) and of their combinations (T2, T3, T4) on biometric parameters in basil seedlings grown in greenhouse trays 60 days after sowing (das). Corrientes, Argentine, July 2021.

Tabla 2: Efectos del residuo bioestabilizado (RB: T5), del sustrato comercial (SC: T1) y de sus combinaciones (T2, T3, T4) sobre parámetros biométricos en plantines de albahaca crecidos en bandejas 60 días después de la siembra (dds). Corrientes, Argentina, Julio 2021.

Tratamientos	PG %	Altura de planta cm	Hojas Número planta ⁻¹	Longitud de raíz cm
T1: 100 % SC	47,0 a	2,60 d	5,60 c	14,9 a
T2: 75 % SC- 25 % RB	36,3 a	6,70 b	8,70 b	12,3 b
T3: 50 % SC- 50 % RB	47,3 a	9,27 a	10,7 a	11,4 b
T4: 25 % SC- 75 % RB	39,0 a	9,47 a	11,7 a	11,7 b
T5: 100% RB	11,3 b	5,50 c	6,67 c	9,33 c
C.V. (%)	24,71	5,61	6,84	8,54
Tratamientos	MFPE g planta ⁻¹	MFPA g planta ⁻¹	MSPE g planta ⁻¹	MSPA g planta ⁻¹
T1: 100 % SC	0,61 b	0,32 c	0,06 c	0,02 c
T2: 75 % SC- 25 % RB	3,86 a	1,54 b	0,38 ab	0,17 b
T3: 50 % SC- 50 % RB	4,64 a	1,97 a	0,54 a	0,25 ab
T4: 25 % SC- 75 % RB	4,30 a	2,31 a	0,52 a	0,32 a
T5: 100 % RB	0,72 b	0,43 c	0,26 b	0,15 bc
C.V. (%)	15,28	16,74	29,52	37,96

References: PG: germinative power. MS: fresh mass. MS: dry mass. PE: whole plant. PA: aerial part. Means followed by the same letter in the column do not differ statistically from each other by Duncan ($P \leq 0,05$). CV (%): Variation coefficient.

Referencias: PG: poder germinativo. MF: masa fresca. MS: masa seca. PE: planta entera. PA: parte aérea. Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí por la de probabilidad de Duncan ($P \leq 0,05$). CV (%): Coeficiente de variación.

El poder germinativo (PG), que en definitiva impone el primer componente numérico del rendimiento de un cultivo al determinar el número de plantas por superficie (Figura 1), no mostró diferencias respecto del testigo (T1) cuando el RB se incorporó en mezclas con el SC y sólo se redujo de manera significativa cuando el RB fue utilizado en estado puro (T5). Efectos similares fueron reportados por Bianco *et al.* (2019) al estudiar el impacto de dos enmiendas orgánicas sobre la germinación de semillas de lechuga encontrando reducciones en relación a los porcentajes crecientes de enmienda en las mezclas, adjudicándolo a efectos fitotóxicos relacionados con la formulación y la proporción de uso. Estos efectos se visualizan en las Tabla 1 a través de la elevada C.E. ($11,4 \text{ mS cm}^{-1}$), tanto como de cenizas 48,1% presentes en el RB.



Figure 1: Basil seedlings subjected to different combinations of commercial substrate (SC) and the bioestabilized residue (RB) rich in yerba mate and grown in greenhouse trays in Corrientes, Argentina 60 das. September, 2021.

References: From left to right: T1 (100% SC); T2 (25% RB); T3 (50% RB); T4 (75% RB) and T5 (100% RB).

Figura 1: Plantines de albahaca sometidos a distintas combinaciones de sustrato comercial (SC) y el residuo bioestabilizado (RB) rico en yerba mate y crecidos en bandejas en invernadero en Corrientes, Argentina 60 dds. Septiembre 2021.

Referencias: De izquierda a derecha: T1 (100% SC); T2 (25% RB); T3 (50% RB); T4 (75% RB) y T5 (100% RB).

La albahaca se siembra en suelos con C.E. de hasta 4 mS cm^{-1} sin que se afecten los rendimientos y su desarrollo; pero por arriba de ese nivel, las pérdidas llegan a ser superiores a 60% (Ramírez *et al.*, 2001). En este experimento la C.E. (Tabla 1) se encontró por debajo del límite citado por Ramírez *et al.* (2001) en el T1 ($0,527 \text{ mS cm}^{-1}$) y en el T4 ($3,25 \text{ mS cm}^{-1}$).

Por su parte, estudios de Vieira de Souza *et al.* (2021), en plantas de albahaca sometidas a estrés salino, demostraron que a medida que aumentaba la conductividad eléctrica hasta 6 mS cm^{-1} , la reducción del rendimiento expresado en biomasa seca alcanzaba 37,2% por lo que las consideraban genotipos moderadamente tolerantes. En el presente experimento, las plántulas de albahaca crecidas con C.E. de $7,13 \text{ mS cm}^{-1}$ con 75% de RB en la composición del sustrato (T4) crecieron normalmente y alcanzaron los parámetros óptimos necesarios para ser trasplantadas según los criterios de Alcon Sirpa (2019).

En un experimento de Reyes *et al.* (2013), semillas de diferentes variedades de albahaca fueron sometidas a concentraciones de 0, 50 y 100 mM de NaCl para clasificarlas por su tolerancia a

salinidad. De hecho, reportaron variedades de albahaca tolerantes en la etapa de germinación, característica que puede ser derivada de la capacidad de las variedades para excluir iones tóxicos o por la capacidad para iniciar el proceso del desarrollo embrionario con la mínima cantidad de agua absorbida, al ser sometidos al estrés salino.

Por su parte, en el trabajo de Reyes-Pérez *et al.* (2013) se planteó que la sobrevivencia, la biomasa y altura de la planta son características suficientes para conocer la tolerancia a la salinidad de plantines de albahaca.

La altura de las plantas es una característica importante para la evaluación de la calidad de las plántulas y es técnicamente aceptada como una buena medida de probabilidad de supervivencia y crecimiento en el campo (Moreira Vaz *et al.*, 2018). En este experimento la altura de plantas fue significativamente menor tanto con el 100% de SC (T1) como el 100% de RB (T5) respecto de los demás tratamientos, habiéndose encontrado los máximos valores con las proporciones de 50 % (T3) y 75% (T4) de RB en la mezcla. De esta manera, se pudo observar que ambos componentes al estado puro, condicionaron el crecimiento en altura de plantas ya sea por defecto o por exceso de nutrientes disponibles para el crecimiento. Similar respuesta fue encontrada por Moreira Vaz *et al.* (2018) al estudiar la incidencia de la proporción de cáscara de arroz carbonizada (CAC), como componente del sustrato, sobre la altura de plantines de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Las menores medias de la altura se obtenían con 100% de CAC por lo que se recomendó su uso en proporciones comprendidas entre 25% y 75% en relación al sustrato comercial (Moreira Vaz *et al.*, 2018). Kratz y Wendling (2016), encontraron que, si bien el sustrato formado por CAC puro es técnicamente viable para la producción de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis*, la mezcla formada por 50% de CAC y vermiculita propició una mayor altura de plántulas. Por otra parte, Ringuelet y Koristchoner (2023) estudiaron el efecto del uso de compost hogareño al 100% y de una mezcla de suelo con compost (50/50, v/v) encontrando buena respuesta en la altura de plantas a favor del compost sin mezclar a los 25 días de la siembra de plantines de lechuga.

Según Alcon Sirpa (2019) los plantines de albahaca de 10 a 12 cm con 4 a 5 pares de hojas verdaderas son adecuados para el trasplante. En consecuencia, los plantines que responden a ambos parámetros son los del T3 y T4 dado que presentaban 9,27 y 9,47 cm de altura y 10,7 y 11,7 hojas por planta respectivamente, lo que demuestra la conveniencia de la composición del sustrato.

La masa fresca de la planta entera (MFPE) y particionada a la parte aérea (MFPA), tanto como el número de hojas de las plántulas de albahaca fueron favorecidas por la incorporación de RB en mezcla con el SC, sin que existan diferencias significativas entre las proporciones en que se usen las mismas. De manera similar, en estudios realizados con *Gypsophila paniculata*, la producción de materia fresca de tallos en relación al testigo fue favorecida mediante la incorporación de enmiendas orgánicas al sustrato (Vázquez & Loli, 2020).

En términos de la masa seca de la parte aérea de las plántulas (MSPA), los resultados pusieron en evidencia una respuesta semejante a la encontrada para la MFPA, en relación a la acción positiva de la incorporación de RB en mezcla con el SC, pero en este caso con la mayor proporción de la misma (75%) se lograron plántulas con una MSPA significativamente superior. En este sentido, resultan pertinentes los resultados de Moreira Vaz *et al.* (2018) quienes encontraron que la materia seca aérea de plántulas de *Enterolobium contortisiliquum* tampoco fue afectada por la incorporación de CAC en la mezcla respecto del testigo, pero que su uso al estado puro (100% CAC) y no en mezcla con un SC generaba plantas con un peso seco aéreo significativamente menor.

Si se estudia la masa seca de la planta entera (MSPE) de las plántulas de albahaca (raíz más parte aérea) se comprueba que definitivamente el RB al estado puro (100% RB) o sus mezclas causan incrementos significativos respecto del testigo (100% SC). La incorporación de un 75% del RB en la mezcla resultó en plántulas con las mayores masas secas totales, diferenciándose de todos los demás tratamientos. La MSPE de las plántulas de albahaca que crecieron con el RB al estado puro, superaron significativamente al de las que crecieron con el SC al estado puro. Estos resultados, son coincidentes con los obtenidos por Ringuelet y Koristchoner (2023) quienes mostraron que el compost hogareño utilizado como sustrato, fue adecuado para obtener plántulas de lechuga en bandejas, con buena altura y número de hojas, y un comportamiento satisfactorio en la etapa inicial postrasplante.

La longitud de las raíces de las plántulas de albahaca se vio significativamente reducida cuando el RB se encontraba puro (T5), la máxima longitud se encontró con el SC al estado puro (T1), entretanto las mezclas (T2, T3, T4) que no se diferenciaron entre sí mostraron valores intermedios.

Las plantas al ser cultivadas en condiciones de salinidad reducen su crecimiento. Esta respuesta según Taiz (1984) pudiera explicarse por una disminución en la utilización del carbono para la síntesis de la pared celular. En términos generales, la reducción en la síntesis de la pared celular durante el estrés, se debe a las afectaciones que se presentan en la longitud de radícula por lo que consecuentemente trae consigo una reducción de la biomasa fresca y seca de radícula. Este efecto ha sido observado en las plantas del T5 (100% RB) (Tabla 2).

Finalmente, los mayores porcentajes de germinación, de altura de plántulas, de MFPE, de MFPA y del número de hojas se lograron con el uso de RB en mezclas con cualquiera de las proporciones evaluadas con otro componente del sustrato incluso en la máxima proporción de 75% (T4). La MSPA y la MSPE fueron favorecidas por el uso del RB en mezclas con el SC, y particularmente al 75% (T4), redundando en plantines aptos y vigorosos (Figura 2).

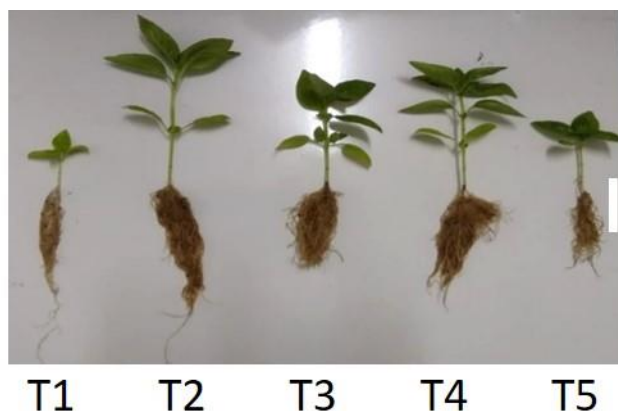


Figure 2: Appearance of representative basil seedlings from each treatment or combination of commercial substrate (SC) and bioestabilized residue (RB) rich in yerba mate and grown in greenhouse trays in Corrientes, Argentina after 60 das. September, 2021.

References: From left to right: T1 (100 % SC); T2 (25 % RB); T3 (50 % RB); T4 (75 % RB) and T5 (100 % RB). Note plant height, number of leaves, and root system. Bar = 5 cm.

Figura 2: Aspecto de plantines representativos de albahaca de cada tratamiento o combinación de sustrato comercial (SC) y el residuo bioestabilizado (RB) rico en yerba mate (RB) y crecidos en bandejas en invernadero en Corrientes, Argentina luego de 60 dds. Septiembre, 2021.

Referencias: De izquierda a derecha: T1 (100 % SC); T2 (25 % RB); T3 (50 % RB); T4 (75 % RB) y T5 (100% RB). Nótese la altura de planta, número de hojas y sistema radical. Barra = 5 cm.

Resultados no tan alentadores publicados por Barbaro & Balsamo (2022), evidenciaron mayor desarrollo en plantines de albahaca con sustrato comercial respecto de compostaje de corteza de pino.

En coincidencia con los resultados de Torrendel *et al.* (2008) en Uruguay, el sustrato obtenido a partir de residuos de yerba mate, parece ser un sistema adecuado para su aplicación a nivel doméstico y de pequeñas huertas o viveros, redundando en beneficios a nivel de aporte de nutrientes al suelo mediado por el aprovechamiento de un residuo tan frecuente y abundante en los hogares argentinos como la yerba mate.

El contenido salino ($11,4 \text{ mS cm}^{-1}$) del RB al estado puro (T5) pareciera ser una limitante dado que prácticamente todos los parámetros biométricos fueron significativamente reducidos cuando se lo utilizó como único sustrato de los almácigos de albahaca (Tabla 2). Respecto al pH del RB (7,7), si bien valores superiores a 6,5 podrían haber causado menor disponibilidad de nutrientes por precipitación (Anderson *et al.*, 2017), el aspecto general de las plantas y hojas no manifestó ninguna carencia o desbalance evidente en ninguno de los tratamientos.

Otros autores (Pinter *et al.*, 2019a; 2019b, Martínez-Sabater *et al.*, 2020) también obtuvieron buena respuesta en plantines hortícolas en un medio con pH similar (pH 7,8) y mayor salinidad ($12,3 \text{ mS cm}^{-1}$).

Finalmente, Papadapoulos *et al.* (2019) destacan que la calidad de los productos obtenidos a escala hogareña es igual o mayor que los provenientes de procesos industriales.

4. Conclusión

Este estudio permite conocer algunas propiedades del residuo bioestabilizado (RB) obtenido por el reciclado de residuos domiciliarios de yerba mate (70%) con restos de frutas y verduras (30%), que le posibilitan constituir hasta el 75% de los componentes del sustrato de almácigos de albahaca cv. Genovesa sin causar efectos deletéreos.

Por todo lo expuesto, sería conveniente proseguir con ensayos en almácigos de otras especies consideradas hortícolas y/o aromático-condimenticias de uso masivo, promoviendo la producción propia de abono para la producción familiar de plantas y de alimentos en el marco de una economía circular.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que este trabajo no presenta conflicto de intereses.

6. Agradecimientos

A la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (PI 18A007/18 y PI 22A005/22) por financiar este trabajo. Los autores también desean expresar su agradecimiento al Sr. Pablo Bone por proporcionarnos y enviarnos desde Buenos Aires el sustrato comercial empleado en la presente investigación (Power Soil Light mix®).

7. Bibliografía

- Alcon Sirpa, W. P. (2019). Comportamiento productivo de dos variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) con dos densidades de siembra en ambientes atemperados en la localidad de Viacha-Departamento de La Paz. Tesis. Universidad de San Andrés. Perú. 101p. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/23466>.
- Anderson, T.; Martini, M.; de Villiers, D. & Timmons, M. (2017). Growth and tissue elemental composition response of butterhead lettuce (*Lactuca sativa*, cv. Flandria) to hydroponic conditions at different pH and alkalinity. *Horticulturae*, 3(3), 41. <https://doi.org/10.3390/horticulturae3030041>
- Aye, A.; Jeon, Y. D.; Lee, J. H.; Bang, K. S., & Jin, J. S. (2019). Anti-inflammatory activity of ethanol extract of leaf and leaf callus of basil (*Ocimum basilicum* L.) on RAW 264.7 macrophage cells. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 19 (2): 217-226.
- Bianco, M. V.; Fagiani, M.; Campos, H.; Yosviak, I.; Muñoz, N.; Ruggia, O. P.; Serri, D.; Bernadi, N.; Arguello Caro, E.; Narmona, L. & Silbert, V. (2019). Enmienda orgánica de suelo y su efecto sobre el cultivo de lechuga. En: Congreso Argentino de Agroecología. Mendoza, Argentina. p. 199-203.
- Barbaro, L. A. & Balsamo, M. (2022). Evaluación de diferentes prácticas en la producción de plantines de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Horticultura Argentina*, 41 (105): 7-19.
- Burgos, A. M.; Sottile, J. J. & Domínguez, J. F. (2016). Evaluación de dos variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas en Corrientes y del efecto de la aplicación de un bioestimulante natural sobre su productividad. *Agrotecnia*, 23: 10-14.
- Capellari, P. (ed.). (2017). Yerba mate, reseña histórica y estadística, producción e industrialización en el siglo XXI. Buenos Aires, Argentina. Consejo Federal de Inversiones. 310 p.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M. & Robledo C.W. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Kratz, D. & Wendling, I. (2016). Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. *Revista Ceres*, Viçosa, 63 (3): 348-354.
- Makri, O. & Kintzios, S. (2008). *Ocimum* sp. (Basil): Botany, Cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 13 (3): 123-150.
- Martínez-Sabater, E.; Pérez-Murcia¹, M. D.; Andreu, J.; Agulló, E.; Bustamante, M. A.; Pascual, J. A.; Ros, M.; Fernández, J. A.; Egea-Gilabert, C. & Moral, R. (2020). Efecto sobre la producción de lechuga baby leaf var. Ligier rz (rijk zwaan) de diferentes compost agroalimentarios: extracción de nutrientes y secuestro de carbono. *Compostaje Webinars 2020*, Red Española de Compostaje.
- Moreira Vaz; V.; Gonçalves, D. S. B. & Bezerra de Souza, P. (2018). Influência da casca de arroz carbonizada no desenvolvimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. *Uniciências*, 22 (2): 76-80.
- Papadopoulos, A. E.; Stylianou, M. A.; Michalopoulos, C. P.; Moustakas, K. G.;

- Hapeshis, K. M.; Vogiatzidaki, E. E. I. & Loizidou, M. D. (2019). Performance of a new household composter during in-home testing. *Waste Manag.* 29: 204–213.
- Pérez, A., Céspedes, C. & Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8 (4):10-29.
- Pinter, I. F.; Aguado, G. D.; De Biazzi, F.; Fernández, A. S.; Martínez, L. & Uliarte, E. M. (2019a). Eficiencia del compost de orujo de uva y residuos orgánicos como sustrato en plantines de lechuga (*Lactuca sativa*). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(2): 261-269.
- Pinter, I. F.; Fernández, A. S.; Martínez, L. E.; Riera, N.; Fernández, M.; Aguado, G. D. & Uliarte, E. M. (2019b). Exhausted grape marc and organic residues composting with polyethylene cover: Process and quality evaluation as plant substrate. *Journal of Environmental Management*, 246: 695-705.
- Ramírez, C. J.; Moreno, B. & Murillo, E. (2001). Evaluación agronómica e industrial de siete variedades de albahaca en la zona cafetalera colombiana. *Cenicafé* 52: 117-126.
- Reyes-Pérez, J. J.; Murillo-Amador, B.; Nieto-Garibay, A.; Troyo-Diéguez, E.; Reynaldo-Escobar, I. M.; Rueda-Puente, E. O. & García-Hernández, J. L. (2013). Tolerancia a la salinidad en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en las etapas de germinación, emergencia y crecimiento inicial. *Universidad y Ciencia*, 29 (2), 101-112.
- Ringuelet, A. & Koristchoner, J. (2023). Evaluación de calidad de un compost domiciliario y su efecto en la multiplicación y crecimiento inicial de lechuga (*Lactuca sativa* L.) *Horticultura Argentina*, 42 (107): 46-62.
- Silbert, V.; Campitelli, P.; Suárez, M. F. & Garrido, G. (2018). Manual de buenas prácticas para producir compost hogareño. Instituto de Tecnología Industrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. 46 p.
- Soto, M. G. (2003). Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed. Meléndez, G. San José, Costa Rica. pp. 20-49.
- Strassera, M. E.; Sanchez, E.; Paladino, I.; Sokolowski, A. C. & Cap, G. B. (2020). Efecto de la enmienda orgánica y flora acompañante sobre el suelo y el rendimiento de tomate. *Cultivos intensivos bajo cubierta. Investigación, Desarrollo e innovación en el marco del PE009*, 1 (1): 9-12. https://inta.gob.ar/sites/default/files/intas_p_cultivosintensivos_di_proyecto_a1n1_2020_1.pdf
- Taiz, L. (1984). Plant cell expansion: Regulation of cell wall mechanical properties. *Plant Physiology*, 35: 585-657.
- Tejada, M. & González, J. L. (2003). Effects of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions. *European Journal of Agronomy*, 19 (2): 357-368.
- Trémier A. (2012). Home-made composts quality: methods of assessment and results. *Research Report. Irstea*. pp.36. [ffhal-02597665f](https://hal.inrae.fr/hal-02597665f)
- Torrendel, M.; Useta, G. & Pelerino, F. (2008). La yerba no es basura: lombricultura y producción de Vermicompost a partir de residuos de

- yerba mate en Uruguay. INNOTEC, 3:35-39.
- Vázquez, J. & Loli, O. (2020). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. Scientia Agropecuaria, 9 (1): 43- 52.
- Vieira de Sousa, L.; da Silva, T. I.; de Queiroz Lopes, M. F.; da Silva Leal, M. P.; Sousa Basilio, A. G.; de Melo Filho, J. S.; Leal, Y. H. & Dias, T. J. (2021). Salinity stress and plant growth regulator in basil: effects on plant and soil. Dyna, 88 (217): 75-83.
- Wang, L.; Wu, Sh.; Zhang, Y.; Li, R. & Chen, L. (2014). Research progress on composting treatment of vegetable wastes. China Vegetables. 6: 6-12.
- Horticultura Argentina es licenciado bajo Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 2.5 Argentina.