

USO DEL POLVO DE ROCA BASÁLTICA PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES COMO CORRECTOR DE PH

Barbaro, L.A.^{1*}, B.E. Iwasita¹, M.A. Karlanian², E. Rubio²

¹ EEA Cerro Azul, INTA;

² Instituto de Floricultura, INTA.

*Ruta Nacional 14. Km. 1085 (N3313) Cerro Azul, Prov. de Misiones, barbaro.loreana@inta.gov.ar

RESUMEN

En un sustrato, el rango recomendado de pH para la mayoría de las plantas cultivadas en contenedor es entre 5,3 a 6,8. En la provincia de Misiones, el compost de corteza de pino (CCP) es muy utilizado como sustrato y generalmente su pH es inferior a 5,8. Por lo tanto, se recomienda realizar una corrección previa, siendo la dolomita la más empleada para tal fin. Por otro lado, en la provincia existen explotaciones de roca basáltica toleítica para la producción de áridos y se obtiene un residuo fino llamado "polvo de roca basáltica" (PRB). El objetivo de este trabajo fue evaluar el PRB como corrector para incrementar el pH del CCP vs la dolomita. Para el ensayo se conformaron siete tratamientos con tres repeticiones: un testigo sin corrección, 1, 2 y 3 g de dolomita y 0,74; 1,48 y 2,22 g de PRB por litro de compost. Cada unidad experimental era una bolsa plástica con 5 litros de compost más el corrector. A la dolomita y al PRB se les analizó el porcentaje de CaO, MgO, de partículas >2mm; 2 a 1mm, 1 a 0,250mm y <0,250mm, para calcular el Poder Relativo de Neutralización Total (PRNT). Al inicio, cada siete días y al finalizar el ensayo se midió el pH y la conductividad eléctrica (CE) de cada tratamiento. Además, al finalizar el ensayo se midió la concentración de calcio, magnesio, potasio, zinc, manganeso, cobre, hierro y fósforo. El PRB tuvo mayor porcentaje de calcio y la dolomita de magnesio, ambos presentaron altos valores de PRNT. De menor a mayor dosis de dolomita se obtuvieron valores de pH entre 6,0 a 7,3 y de PRB entre 5,9 a 6,7. La disponibilidad de fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre decreció con el aumento del pH. En cambio, la del calcio, magnesio y potasio se incrementó. El PRB evaluado es un corrector alternativo para incrementar el pH del CCP.

Palabras clave: polvo de roca basáltica, compost de corteza de pino, sustrato.

INTRODUCCIÓN

Una característica a considerar en los sustratos antes de su uso es el pH, cuyo rango recomendado para la mayoría de las plantas cultivadas en contenedor es entre 5,3 a 6,8 (Abad et al., 2001). En este rango la mayoría de los nutrientes mantiene su máximo nivel de solubilidad (Barbaro et al., 2021). En la provincia de Misiones, uno de los componentes más empleados para la formulación de sustratos es el compost de corteza de pino (CCP), producto final del compostado de materiales provenientes de aserraderos y descortezadoras de madera. En la formulación del sustrato se lo emplea en forma pura o en mezcla con otros componentes como turbas, cascarilla de arroz, fibra de coco u otros compost.

En general, el CCP empleado en la provincia posee valores de pH inferiores a 5,8 (Barbaro et al., 2019). Por lo tanto, en especial si se lo utiliza en forma pura, se recomienda realizar una corrección previa. En este sentido, se sugiere la adición de calcáreos, siendo la cal dolomítica ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) la más empleada para dicho fin (Altland & Jeong, 2016; Shreckhise et al., 2019). Es de destacar que la calidad de los correctores depende de los siguientes factores: pureza del material, forma química, tamaño de las partículas y poder relativo de



neutralización total (PRNT) (Veloso et al., 1992).

Por otro lado, los suelos rojos profundos de la provincia de Misiones ocupan el 32,7% de la superficie, representado principalmente por Ultisoles y, en menor medida, por Alfisoles y Oxisoles. Estos suelos fueron originados a partir de la profunda alteración de la roca basáltica toleítica de la Formación Serra Geral, mediante intensos procesos de meteorización (Moretti et al., 2020). Estas rocas basálticas son de origen volcánico y tienen entre 45 a 52% de SiO₂, presentan una coloración oscura, normalmente gris o negra, y cuando se alteran pueden presentar coloraciones rojizas, verdosas o pardas (Ciccioli, 2017). La mineralogía primaria del basalto está dominada por plagioclasas cálcicas, piroxenos y otros minerales accesorios como óxidos de hierro, cuarzo y olivina (Teruggi, 1955).

La roca poco alterada actualmente es explotada para la producción de áridos mediante canteras a cielo abierto, empleados tradicionalmente para la obtención de triturados pétreos y como roca para la construcción civil (Ciccioli, 2017). De esta explotación, en la planta de trituración se obtiene un residuo fino comúnmente llamado “polvo de roca basáltica” o “harina de roca”. Si bien, este residuo ha sido estudiado como fertilizante y enmienda de suelos (Swoboda et al., 2022), aún la investigación sobre su uso es limitada, en especial como aditivo en los sustratos. En base a lo mencionado, el objetivo de este trabajo fue evaluar el polvo de roca basáltica de bajo grado de alteración como corrector para incrementar el pH del CCP utilizado como sustrato en comparación con la dolomita.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Cerro Azul, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Misiones, Argentina (27° 37' S, 55° 26' O).

Para el ensayo se utilizó un CCP elaborado en la provincia de Misiones por Interamericana S. A., cuyo valor de pH era 4,97; CE, 0,51dS m⁻¹; densidad aparente, 192 kg m⁻³; humedad, 52%; espacio poroso total, 88%; poros con aire, 51%; capacidad de retención de agua 37%; materia orgánica, 81%; partículas mayores a 3,5 mm, 18%; partículas entre 3,5 y 1 mm, 47% y partículas menores a 1mm, 35%. Cal dolomítica marca MICARGENTINA® y polvo de roca basáltica (PRB) proveniente de la cantera Nedel-PetreoMix ubicada en Puerto Rico, Misiones.

Se conformaron siete tratamientos con tres repeticiones: un testigo sin corrección y 3 dosis de cada corrector. Las dosis se establecieron igualando el contenido de CaO (dosis A: 38,9%, dosis B: 77,8% y dosis C: 116,7%). Por lo tanto, las dosis fueron: 1, 2 y 3 g de dolomita y 0,74; 1,48 y 2,22 g de PRB por litro de compost. Cada unidad experimental era una bolsa de polietileno semi cerrada que contenía 5 litros de compost más el corrector, la cual semanalmente se agitaba para oxigenar el compost y se incorporaba 250 ml de agua destilada para mantener la humedad (50%). El ensayo finalizó a los 31 días de incorporado el corrector. En el Laboratorio de Suelos, Sustratos y Material vegetal de la EEA Cerro Azul se analizó a la dolomita y al PRB el porcentaje de partículas >2mm; entre 2mm a 1mm, entre 1 a 0,250 mm y <0,250 mm, mediante una tamizadora vibratoria durante 10 minutos en forma intermitente (Ansorena Miner, 1994). El % de CaO y MgO mediante digestión nitro perclórica (AOAC, 2000). Y con los datos obtenidos, se calculó la Eficiencia Relativa (ER): (% CaO x 1,79) + (% MgO x 2,48); el Poder de Neutralización (PN): suma de cada tamaño de partícula mencionado multiplicado por 0; 0,2; 0,6 y 1 respectivamente; y el Poder Relativo de Neutralización Total (PRNT): (PN x ER) /100 (Tedesco et al., 1995).

Por otro lado, al inicio, cada siete días y al finalizar el ensayo se midió el pH y la conductividad eléctrica (CE) de cada tratamiento en una relación 1/5 vol/vol de compost/agua, con un conductímetro (Hanna®) y un medidor de pH (Oakton®) (Barbaro et al., 2021)). Además, al finalizar el ensayo se midió en el Laboratorio de Sustratos del Instituto de Floricultura del INTA se midió la concentración de calcio, magnesio, potasio, zinc, manganeso, cobre y hierro analizados en el filtrado de una solución 1/5 vol/vol, con un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian®) y el fósforo con un espectrofotómetro de UV visible (Unicam®) mediante técnica colorimétrica de Bray and Kurtz, (1945). Los resultados se expresaron en mg L⁻¹.

Los datos de pH, CE y nutrientes obtenidos en el ensayo se sometieron a análisis de varianza y Test de Tukey



($P < 0,05$) para comparación de medias. Con los valores semanales de CE de cada tratamiento se calculó el coeficiente de variación (CV). El software estadístico utilizado fue el programa InfoStat versión 2011 (Di Rienzo et al., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PRB tuvo mayor porcentaje de calcio y la dolomita de magnesio (Tabla 1). El mayor contenido de calcio en el PRB estaría relacionado con la presencia de plagioclasas y minerales ferromagnesianos ricos en calcio.

Tabla 1. Características de la dolomita y el polvo de roca basáltica (PRB). ER: Eficiencia relativa, PN: poder de neutralización, PRNT: poder relativo de neutralización total.

	Dolomita	PRB
Partículas >2mm (%)	0	0
Partículas 2mm - 1mm (%)	0	0
Partículas 1 -0,250 mm (%)	0	24
Partículas <0,250 mm (%)	100	76
CaO (%)	39	53
MgO (%)	27	5
ER	100	90
PN	133	106
PRNT	133	96

Si bien la dolomita presentó valores de ER, PN y PRNT mayores, el PRB tuvo valores alentadores (Tabla 1). En este sentido, el PN del PRB fue mayor al carbonato de calcio puro cuyo valor es: 100, material con el que se relacionan los correctores para conocer su capacidad de neutralización (Molina, 1998); la ER también fue alta, por lo que su fineza permitiría una adecuada velocidad de reacción (Molina, 1998). Además, según Koche et al., (1989) la clasificación de calcáreos para su comercialización y calidad se establece en rangos de PRNT: A) 45 a 60%; B) 60 a 75%; C) 75 a 90%; D) >90%. Es decir, que mientras mayor sea el PRNT, más reactivo es el material encalante y el PRB resultó tener un valor de PRNT en el rango D.

Por otro lado, aunque se realizaron mediciones semanales hasta el mes de incorporado cada corrector, a partir de los 10 días los valores fueron constantes (Figura 1).

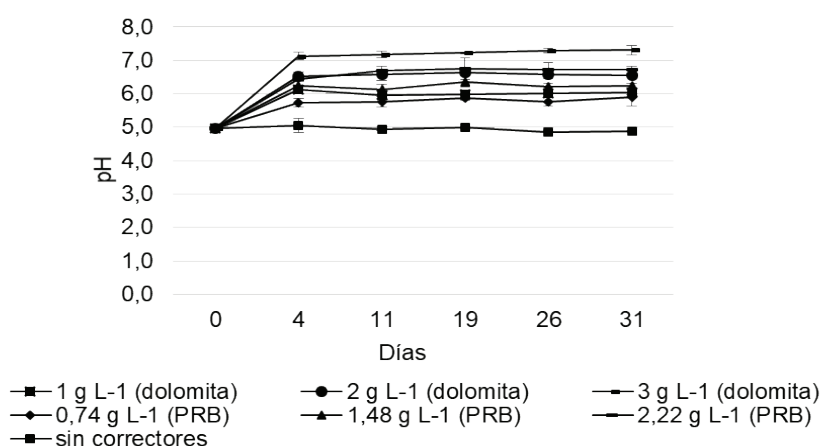


Figura 1. Valores de pH del CCP de cada tratamiento desde el inicio hasta el final del ensayo. PRB: Polvo de roca basáltica. Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95%.

En los tratamientos con menor a mayor dosis de dolomita se obtuvieron valores de pH entre 6,0 a 7,3 y en los tratamientos con PRB entre 5,9 a 6,7 (Figura 1). Es decir, que ambos correctores incrementaron el pH del



compost de CCP. Con respecto al PRB, con 0,74 g L⁻¹ fue suficiente para subir 1 unidad de pH. En cambio, Aguiar et al. (2022) incorporaron 10, 20 y 30% de PRB a un sustrato comercial de pH: 5,9, el cual subió a 6,07, 6,09 y 6,12 respectivamente. Los autores recomendaron utilizar la menor dosis para no afectar las propiedades físicas del sustrato. En este caso, los autores emplearon un PRB con mayor alteración cuyo porcentaje de CaO era 9,9, menor al PRB evaluado en el presente trabajo.

Con respecto a los nutrientes solubles (Tabla 2), al finalizar la corrección se observó que la disponibilidad de fósforo disminuyó en todos los tratamientos en relación al compost no corregido, pero no hubo diferencia entre los tratamientos con menor dosis de ambos correctores y el tratamiento con compost sin corregir. En cambio, el potasio aumentó en todos los tratamientos corregidos en comparación al no corregido, observándose un aumento con el incremento de la dosis de cada corrector. La mayor concentración de potasio fue en el tratamiento con 3 g L⁻¹ de dolomita, el cual se diferenció de los restantes tratamientos (P <0,0001). La disponibilidad de calcio y magnesio en todos los tratamientos corregidos aumentó en comparación al compost no corregido, aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de menor dosis de ambos correctores y el compost sin corregir. Ambos nutrientes aumentaron con el incremento de las dosis, el tratamiento con 3 g L⁻¹ de dolomita tuvo las mayores concentraciones diferenciándose de los restantes (P <0,0001). Los tratamientos con PRB tuvieron las menores concentraciones de magnesio.

Tabla 2. Contenido de P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu y Fe soluble al final del ensayo. PRB: Polvo de roca basáltica, Dolom.: dolomita. Letras distintas de una misma fila indican diferencias significativas (P ≤ 0,05) test de Tukey.

Elemento (mg L ⁻¹)	CCP		CCP + 2 g L ⁻¹ (Dolom.)		CCP + 3 g L ⁻¹ (Dolom.)		CCP + 0,74 g L ⁻¹ (PRB)		CCP + 1,48 g L ⁻¹ (PRB)		CCP + 2,22 g L ⁻¹ (PRB)		CCP sin corregir	
	1,99	ab	1,16	b	1,32	b	2,02	ab	1,67	b	1,67	b	2,85	a
P	1,99	ab	1,16	b	1,32	b	2,02	ab	1,67	b	1,67	b	2,85	a
K	56,18	d	78,73	b	97,25	a	54,99	d	68,75	c	76,62	b	34,19	e
Ca	2,99	e	33,41	c	97,88	a	4,33	e	25,13	d	49,37	b	1,6	e
Mg	2,70	de	50,89	b	143,73	a	2,19	de	5,01	d	12,23	c	0,76	e
Zn	0,27	a	0,14	a	0,15	a	0,13	a	0,15	a	0,13	a	0,22	a
Mn	0,23	a	0,19	b	0,13	d	0,24	a	0,21	b	0,15	c	0,25	a
Cu	0,19	a	0,15	ab	0,10	bc	0,11	abc	0,09	bc	0,06	c	0,19	a
Fe	15,57	b	2,64	d	0,58	d	13,01	b	12,08	bc	6,06	cd	31,49	a

Con respecto a los micronutrientes, no hubo diferencias significativas en la concentración de zinc entre todos los tratamientos (P: 0,0755). El manganeso presentó menor concentración en los tratamientos con mayor dosis de ambos correctores con diferencias significativas (P <0,0001). La concentración de cobre fue mayor en el tratamiento sin corrección y con 1 g L⁻¹ de dolomita y se diferenciaron de los tratamientos con 3 g L⁻¹ de dolomita, 1,48 g L⁻¹ y 2,22 g L⁻¹ de polvo roca basáltica (P <0,0001). La concentración de hierro fue mayor en el tratamiento sin corrección diferenciándose de los restantes tratamientos (P <0,0001). Además, su concentración fue disminuyendo desde la menor a mayor dosis de cada corrector.

Los resultados obtenidos fueron coincidentes por los alcanzados por Peterson (1980) y Altland & Buamscha (2008), quienes cuantificaron en sustratos orgánicos la solubilidad de nutrientes en diferentes niveles de pH. Los autores concluyeron que la disponibilidad de fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre decrece con el aumento del pH. En cambio, la concentración de calcio y magnesio se incrementa. En relación a esto último, es de destacar que tanto el calcio como el magnesio provenientes de los correctores se liberan y están potencialmente disponibles para la absorción de la planta (Altland & Jeong, 2016). Peterson (1980) informó que la disponibilidad de potasio no fue afectada por el pH en sus ensayos, contrario a los resultados obtenidos en el presente trabajo y en el de Altland & Buamscha (2008) quienes observaron un aumento a partir de pH: 6.



La CE en los tratamientos durante el mes de corrección fue baja, los valores finales (0,49 a 0,53 dS m⁻¹) fueron similares a los iniciales (0,48 a 0,50 dS m⁻¹). En este sentido, valores bajos de CE en un sustrato permite el manejo de los nutrientes minerales según los requerimientos del cultivo mediante la fertilización (Landis et al., 2000). Por otro lado, el CV también fue bajo, para los tratamientos con 1, 2 y 3 g de dolomita fue de 2,44; 4,16 y 4,20 y para los tratamientos con 0,74; 1,48 y 2,22 g de PRB fue de 5,23; 5,38 y 4,16 respectivamente.

CONCLUSIONES

El PRB poco alterada fue efectivo para subir el pH del CCP a los valores recomendables para su uso como sustrato, con baja variación de la CE. Con la incorporación de 0,74 g L⁻¹, el compost cuyo valor inicial de pH era: 4,97, en 10 días se estabilizó y subió a: 5,89. Tanto con dolomita como con PRB, la disponibilidad de fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre decreció con el aumento del pH. En cambio, la concentración de calcio, magnesio y potasio se incrementó. El PRB es una alternativa viable para su uso como corrector del pH.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M; P Noguera & S Burés. 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresour. Technol.* 77(2):197-200.
- Aguiar, NS, ADF Mastella; MM Gabira; LS Walter; FC Felix; DCP Matos; I Wendling; AC Angelo; RGB Gaspar & D Kratz. 2022. Pó de rocha basáltica incorporado ao substrato favorece o crescimento inicial de mudas de *Monteverdia ilicifolia*. *Pesq. flor. bras.* 42:1-9.
- Altland, JE & KY Jeong. 2016. Dolomitic lime amendment affects pine bark substrate pH, nutrient availability, and plant growth: A review. *HortTechnology* 26(5):565-573.
- Altland, JE; MG Buamscha & DA Horneck. 2008. Substrate pH affects nutrient availability in fertilized Douglas Fir Bark substrates. *HortScience* 43(7):2171-2178.
- Ansorena Miner, J. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. p. 172. 1ª ed. Mundi prensa, Madrid, España. 172 pp.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 17th edition. Vol. I y II. Ed. Dr. W. Horwitz. Maryland. USA.
- Barbaro LA; D Sisaro; S Stancanelli & MS Soto. 2021. Polvo de ladrillo como sustrato para techos verdes extensivos. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 37(1):81-91.
- Barbaro LA; MA Karlanian; P Rizzo & N Riera. 2019. Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 5(2):126-136.
- Bray, RH & LT Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59:39-45
- Ciccioli, SE. 2017. Caracterización geológica y ambiental del área de Eldorado, provincia de Misiones: aptitud de los materiales geológicos para uso cerámico y otros alternativos Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata.
- Di Rienzo, JA; F Casanoves; MG Balzarini; L González; M Tablada & YC Robledo. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>, (8):195-199.
- Koche, A; J Hanasiro; AD Santos; AMS Romero; MD Lavigne; JA Guidolin & JC Alcarde. 1989. Análise de corretivos agrícolas. São Paulo: Associação Nacional para difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. 30 pp.
- Landis, TD; RW Tinus; SE McDonald & JP Barnett. 2000. Manual de viveros para producción de especies forestales en contenedor. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. Washington, Estados Unidos. 67 pp.
- Molina, E. 1998. Acidez de suelo y encalado. ACCS, San José de Costa Rica. 45 pp.
- Moretti, LM; HJM Morras; SE Barbaro & FA Alvarenga. 2020. Susceptibilidad magnética y posibilidad de aplicación para la génesis y cartografía de suelos de Misiones. 27 Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Corrientes, Argentina. p. 1386-1391.
- Peterson, JC. 1982. Effects of pH upon nutrient availability in a commercial soilless roots medium utilized for floral crop production. Ohio State University and Ohaio Reseach and Develoment Center. Cir. 268. 19 pp.
- Shreckhise, JH; JS Owen Jr; MJ Eick; AX Niemiera; JE Altland & SA White. 2019. Dolomite and micronutrient fertilizer affect phosphorus fate in pine bark substrate used for containerized nursery crop production. *Soil Sci Soc Am J.* 83(5):1410-1420.
- Swoboda, P; TF Döring & M Hamer. 2022. Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: A review. *Sci. Total Environ.* 807: 150976.



Tedesco, MJ; C Gianello; CA Bissani; H Bohnen & SJ Volkweiss. 1995. Análises de solo, plantas e outros materiais, Porto Alegre. 174 pp.

Teruggi, M. 1955. Los basaltos tholeiíticos de Misiones. Notas Museo de La Plata, XVIII, Geol. N° 70:259-278.

Veloso, CAC; AL Borges; AS Muniz & IA Veigas. 1992. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. Scientia Agricola, 49:123-128.

