

# Utilización de polvo de roca basáltica en comparación con la dolomita para ajustar el pH de un sustrato a base de compost de corteza de pino y su respuesta en la disponibilidad de nutrientes

Barbaro, L. A., Iwasita, B. E., Karlanian, M. A. y Rubio, E.

DOI: 10.31047/1668.298x.v40.n2.40487

## RESUMEN

El sustrato a base de compost de corteza de pino (SCCP) generalmente posee un pH inferior al rango adecuado para las plantas cultivadas en contenedor (5,3 a 6,5). En Misiones (Argentina), existen explotaciones de rocas cuyo principal residuo es el polvo de roca basáltica (PRB). El objetivo del trabajo fue evaluar la capacidad del PRB para ajustar el pH del SCCP versus la dolomita y valorar su respuesta en la solubilidad de nutrientes. Se conformaron siete tratamientos: SCCP, SCCP con 1, 2 o 3 g L<sup>-1</sup> de dolomita y SCCP con 0,74, 1, 48 o 2,22 g L<sup>-1</sup> de PRB. Se analizó el porcentaje de CaO, MgO y tamaño de partículas (10, 20 y 60 mesh) en PRB y dolomita para calcular el poder relativo de neutralización total (PRNT). El pH y la CE de cada tratamiento fueron medidos al inicio y cada siete días. Se midieron los nutrientes solubles al finalizar el ensayo. Ambos correctores presentaron altos valores de PRNT. Las dosis de PRB adecuadas para ajustar el pH fueron 0,74 y 1,48 g L<sup>-1</sup>. La disponibilidad de calcio, magnesio y potasio se incrementó, y la de fósforo, zinc, manganeso, cobre y hierro disminuyó con la elevación del pH.

**Palabras clave:** mezclas de cultivo, basalto, corrección de pH

Barbaro, L. A., Iwasita, B. E., Karlanian, M. A. and Rubio, E. (2023). Use of basalt rock dust in comparison to dolomite to adjust the pH of a pine bark compost substrate and its response in nutrient availability *Agriscientia* 40 (2): 49-56

## SUMMARY

Pine bark compost substrate (SCCP) generally has a pH value below the range appropriate for container grown plants (5.3 to 6.5). In Misiones (Argentina),

there are mining operations where the main residue is basaltic rock dust (PRB). The objective of this work was to evaluate the capability of PRB to adjust the pH of the SCCP in comparison to dolomite and to assess its response in the concentration of nutrients. Seven treatments were arranged: SCCP, SCCP with 1, 2 or 3 g L<sup>-1</sup> doses of dolomite and SCCP with 0.74, 1.48 or 2.22 g L<sup>-1</sup> of PRB. The PRB and dolomite were analysed for CaO, MgO percentage and size particles (10, 20 and 60 mesh) in order to calculate the relative power of total neutralization (PRNT). The pH and electrical conductivity (EC) for each treatment was measured at the beginning and every seven days. In addition, soluble nutrients were measured at the end of the trial. Both correctors presented high PRNT values. The suitable PRB doses to adjust the pH value were 0.74 and 1.48 g L<sup>-1</sup>. The availability of calcium, magnesium and potassium increased, and that of phosphorus, zinc, manganese, copper and iron decreased with higher pH.

**Keywords:** growing mixes, basalt, pH correction

*Barbaro, L. A. (ORCID: 0000-0002-7462-7872), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Cerro Azul. Iwasita, B. E. (ORCID: 0009-0009-9105-8980), INTA, EEA Cerro Azul. Karlanian, M. A. (ORCID: 0009-0003-1874-8770) y Rubio, E. (ORCID: 0000-0003-3120-4324), INTA, Instituto de Floricultura.*

*Correspondencia:* barbaro.lorena@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

Un sustrato es cualquier material sólido y poroso diferente del suelo *in situ* que, colocado dentro de un contenedor pueda servir de anclaje a las raíces de las plantas y permita una libre circulación del agua y de los gases (Carmona y Abad, 2008). Si bien la elección del sustrato dependerá de la ubicación, la disponibilidad y el costo de los componentes potenciales, es muy importante tener en cuenta el sistema de cultivo elegido. Es decir, si se cultiva bajo invernadero o no, tipo de recipiente, sistema de riego y calidad del agua de riego, los requerimientos de la especie, el plan de fertilización, entre otros factores (Abad et al., 2004; Vence, 2008).

El sistema de cultivo condiciona una serie de propiedades físicas, químicas y biológicas que deberá tener el sustrato para lograr un desarrollo adecuado de la planta, es decir, una óptima disponibilidad de agua, oxígeno y nutrientes en el ambiente radical (Barbaro et al., 2019; Gruda, 2019). Las propiedades químicas más importantes son pH, conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y concentraciones de nutrientes (Gruda et al., 2016). En particular,

el pH juega un rol importante para el manejo de la fertilización y la satisfacción de las exigencias de las plantas. El rango recomendado para la mayoría de las plantas cultivadas en maceta es entre 5,3 a 6,5 (Abad et al., 2001). En este rango, la mayoría de los nutrientes mantiene su máximo nivel de disponibilidad (Barbaro et al., 2018), de lo contrario, pueden convertirse en nutrientes no disponibles o tóxicos (Fascella, 2015).

Uno de los componentes más empleados para la formulación de sustratos es la corteza de pino, este material proviene de aserraderos y descortezadoras de madera. Es liviano y debido a sus diferentes tamaños de partículas, se puede ajustar el volumen de poros con aire y agua, variando los porcentajes de partículas <1mm (Gruda, 2019). Se emplea como sustrato en forma pura o en mezcla con otros componentes para el desarrollo del ciclo completo de la planta o para la obtención de plántulas o plantines en diversos sectores agrícolas, como en la producción hortícola (Younis et al., 2022) y ornamental (Coker, 2021). Además, la corteza de pino puede ser usada fresca, envejecida o compostada (Kaderabek et al., 2017). El compost de corteza de pino presenta ventajas adicionales, como el aumento

de humectabilidad de las partículas y propiedades supresivas de determinados patógenos vegetales (Abad et al., 2004).

El sustrato a base de compost de corteza de pino (SCCP) empleado en Argentina posee valores de pH inferiores a 5,8 (Barbaro et al., 2019). Por lo tanto, en especial si se lo utiliza en forma pura, a veces es conveniente realizar un ajuste previo. Se sugiere la adición de calcáreos: el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y la dolomita [ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ] son los principales productos utilizados en la agricultura para incrementar el valor de pH (Altland y Jeong, 2016). En particular, para la corrección de sustratos a base de corteza de pino, la dolomita es la más empleada (Shreckhise et al., 2019), debido a que aporta Ca y Mg adicionales que absorbe la planta.

Existen otras alternativas para ajustar el valor de pH del sustrato, como la escoria de acero (Altland et al., 2015) y las cenizas de madera (Rikala, y Jozefek, 1990) que fueron evaluados y resultaron capaces de elevar el pH del sustrato de manera similar a la dolomita. En la provincia de Misiones (Argentina) se encuentra disponible un residuo llamado "polvo o harina de roca". Este residuo proviene de la explotación de la roca basáltica, principalmente de composición toleítica (Formación Serra Geral), 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). Estas rocas son de origen volcánico, su mineralogía primaria está dominada por plagioclasas cálcicas y piroxenos. Además, pueden contener olivinas y presentar de manera minoritaria feldespatoides o cuarzo intersticial (Le Maitre, 2002; Teruggi, 1955). Cuando los componentes primarios se ven sometidos a procesos de alteración, endógenos o exógenos, tiene lugar la formación de minerales secundarios debido a la transformación de minerales pre-existentes o de la precipitación de nuevos minerales (Ciccioli, 2017). Algunos productos de alteración son por la oxidación y deferrización de los piroxenos con neoformación de óxidos de hierro hidratados de la familia de las limonitas (Casali et al., 2005) dando una tonalidad castaña. Por lo tanto, las rocas basálticas frescas presentan una coloración oscura, normalmente gris o negra, y cuando se alteran de acuerdo a su grado de oxidación, pueden presentar coloraciones rojizas, verdosas o pardas.

Es de destacar que la calidad de los correctores o agentes encalantes depende de los siguientes factores: pureza del material, forma química, tamaño de las partículas y poder relativo de neutralización total (PRNT). El PRNT valora de manera integral la calidad de un corrector, a mayor

valor más reactivo es el corrector. El PRNT se determina en función de la eficiencia relativa (ER) y el poder de neutralización (PN). La ER depende del tamaño de sus partículas y permite definir su velocidad de reacción. Lo ideal es que el 100 % del corrector pase por una malla 10 (2,00 mm) y el 70 a 80 % pase por una malla 60 (0,25 mm). El PN se refiere a la capacidad de los materiales para neutralizar la acidez con relación al carbonato de calcio puro, al cual se le asigna un valor de 100 % (Velooso et al., 1992; Díaz Poveda y Sadeghian, 2022).

Si bien, el polvo de roca basáltico (PRB) ha sido estudiado como fertilizante y enmienda de suelos (Swoboda et al., 2022; Nunes et al., 2014), aún la investigación sobre su uso es limitada, en especial como aditivo en los sustratos.

Sobre la base de lo mencionado, el objetivo de este trabajo fue evaluar el uso del PRB, en dosis variables, para ajustar el valor de pH de un SCCP, en comparación con la dolomita y valorar su respuesta en la solubilidad de los nutrientes.

## 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).

El PRB utilizado tenía una coloración gris oscuro (Figura 1) y se obtuvo de una cantera ubicada en la localidad de Puerto Rico, Misiones. Según Ciccioli (2017) las rocas basálticas presentan una coloración gris o negra, y cuando se alteran pueden presentar coloraciones rojizas, verdosas o pardas. Por lo tanto, el PRB estaría poco alterado. El PRB se evaluó en comparación a la cal dolomítica marca MICARGENTINA® (Figura 1).



**Figura 1.** Correctores evaluados. Izquierda: Polvo de roca basáltica. Derecha: dolomita.

El SCCP usado en el ensayo fue elaborado en la provincia de Misiones por Interamericana S. A. Las propiedades determinadas en el Laboratorio de Sustratos de la EEA fueron: pH: 4,97; CE: 0,51dS m<sup>-1</sup>; densidad aparente: 192 kg m<sup>-3</sup>; húmeda: 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 1 mm: 35 %.

Se realizaron siete tratamientos con tres repeticiones: un testigo sin corrección y tres dosis de cada corrector. Las dosis se establecieron igualando el contenido de CaO del PRB con la dolomita, cada dosis tenía: A) 38,9 %, B) 77,8 % y C) 116,7 % de CaO. Por lo tanto, para cada dosis de dolomita se requirió: A) 1 g, B) 2 g y C) 3 g; y de PRB: A) 0,74 g, B) 1,48 g y C) 2,22 g por litro de SCCP. Cada unidad experimental fue una bolsa de polietileno negro semicerrada con 5 litros de sustrato más el corrector, la que semanalmente se agitaba para oxigenar y se incorporaba 250 ml de agua destilada para mantener la humedad inicial. El ensayo se realizó durante 31 días.

Los análisis realizados a la dolomita y al PRB fueron los siguientes: % de partículas >2 mm; entre 2 mm a 0,84 mm, entre 1 a 0,250 mm y <0,250 mm, mediante una tamizadora vibratoria durante 10 minutos en forma intermitente con una secuencia de mallas de 10, 20 y 60 mesh (Ansorena Miner, 1994) y % CaO y % MgO mediante digestión nítrica perclórica (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2000). Con los datos obtenidos se calculó el poder de neutralización (PN):  $(\% \text{ CaO} \times 1,79) + (\% \text{ MgO} \times 2,48)$ ; la eficiencia relativa (ER): suma de la ER de cada % de tamaño de partícula, es decir, partículas >2 mm x 0, entre 2 mm a 0,84 mm x 0,2, entre 0,84 a 0,250 mm x 0,6 y <0,250 mm x 1; y el poder relativo de neutralización total (PRNT):  $(\text{PN} \times \text{ER}) / 100$  (Tedesco et al., 1995).

Al inicio, cada siete días y al finalizar el ensayo, se midió el pH y la CE de cada tratamiento en el extracto acuoso (1:5 V/V) de sustrato y agua destilada, se utilizó un conductímetro (Hanna®) y un medidor de pH (Oakton®) (Barbaro et al., 2021). Al finalizar el ensayo se determinó la concentración soluble de calcio, magnesio, potasio, zinc, manganeso, cobre y hierro analizados en el filtrado de la solución 1:5 V/V con un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian®) y el fósforo por espectrofotometría UV visible (Unicam®) mediante la técnica colorimétrica Murphy and Riley (1962). Los resultados se expresaron en mg L<sup>-1</sup>.

Con los valores semanales de pH y CE de cada tratamiento se calculó el coeficiente de variación (CV) y los valores de pH iniciales y finales de cada tratamiento fueron comparados utilizando T Student ( $p < 0,05$ ). Los valores de cada nutriente se sometieron a análisis de varianza y Test de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparación de medias. El software estadístico utilizado fue el programa InfoStat versión 2011 (Di Rienzo et al., 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El PRB tuvo mayor porcentaje de calcio, mientras que la dolomita tuvo mayor porcentaje 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 (Ramos et al., 2015; Díaz de Neira Sánchez et al., 2019). Con respecto a la dolomita, el porcentaje de calcio y magnesio fue alto en comparación a los resultados obtenidos por Díaz Poveda y Sadeghian (2020) quienes analizaron ocho muestras de dolomitas cuyo rango de CaO fue entre 21,7 % a 59,7 % con un promedio de 36,5 % y de MgO entre 2,3 % a 16,3 % con un promedio de 11,4 %.

En relación a los tamaños de partículas, a través de la malla 60 (0,250 mm) pasó el 100 % de la dolomita y el 76 % del PRB. Esto provocó un menor valor de ER en el PRB (Tabla 1).

Si bien la dolomita presentó valores de PN, ER y PRNT mayores, el PRB tuvo valores adecuados (Tabla 1). En este sentido, el PN del PRB fue mayor al carbonato de calcio puro (PN: 100), material con el que se relacionan los correctores para conocer su capacidad de neutralización (Molina, 1998; Díaz Poveda y Sadeghian, 2022). La ER también fue alta, debido a que su granulometría fina ofrece mayor superficie de contacto con el sustrato y mayor velocidad de reacción (Molina, 1998;

**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
CaO (%)	39	53
MgO (%)	27	5
Partículas >2mm (%)	0	0
Partículas 2mm - 0,84mm (%)	0	0
Partículas 0,84 - 0,250 mm (%)	0	24
Partículas <0,250 mm (%)	100	76
<b>PN</b>	133	106
<b>ER</b>	100	90
<b>PRNT</b>	133	96

Bernier y Alfaro, 2006). 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 corrector. En este caso, el PRB presentó un valor >90 % (rango D).

El aumento del valor de pH del SCCP con cada corrector (Figura 2), a partir de los 10 días hasta la última medición, fue similar en todos los

tratamientos (Figura 2), con un CV <0,80 en los tratamientos con dolomita y <0,99 con el PRB.

Los valores finales de pH entre ambos correctores no tuvieron diferencias significativas con la dosis A (p: 0,3917), pero sí con la dosis B y C (p: 0,0028 y p: 0,0046 respectivamente) (Figura 3). Teniendo en cuenta que el rango recomendado para la mayoría de las plantas cultivadas en maceta es entre 5,3 a 6,5 (Abad et al., 2001), las dosis A y B de ambos correctores permitieron aumentar el valor de pH

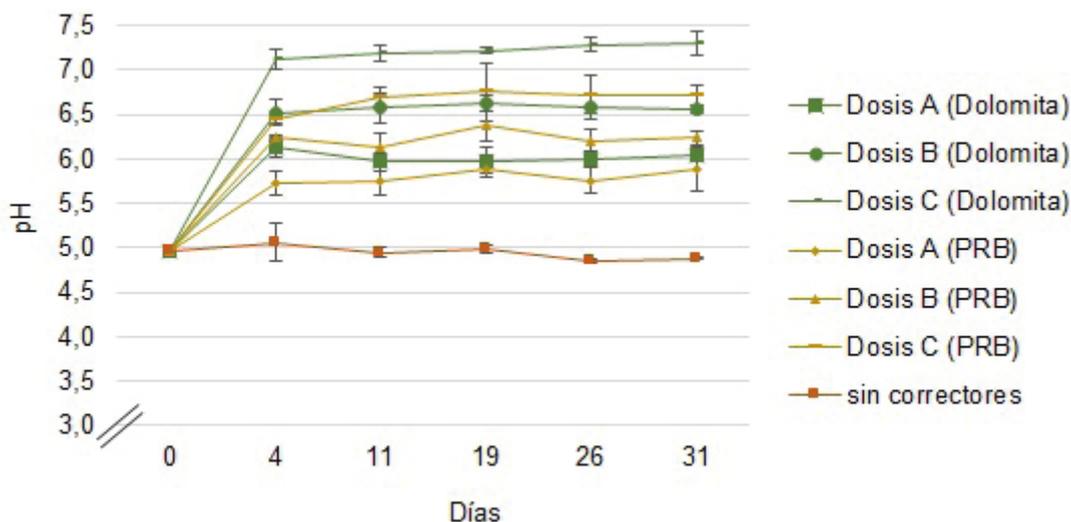


Figura 2. Valores de pH del SCCP de cada tratamiento desde el inicio hasta el final del ensayo. (Dosis A, B y C: 1, 2 y 3 g de dolomita y 0,74; 1,48 y 2,22 g L<sup>-1</sup> de polvo de roca basáltica (PRB)). Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95 %.

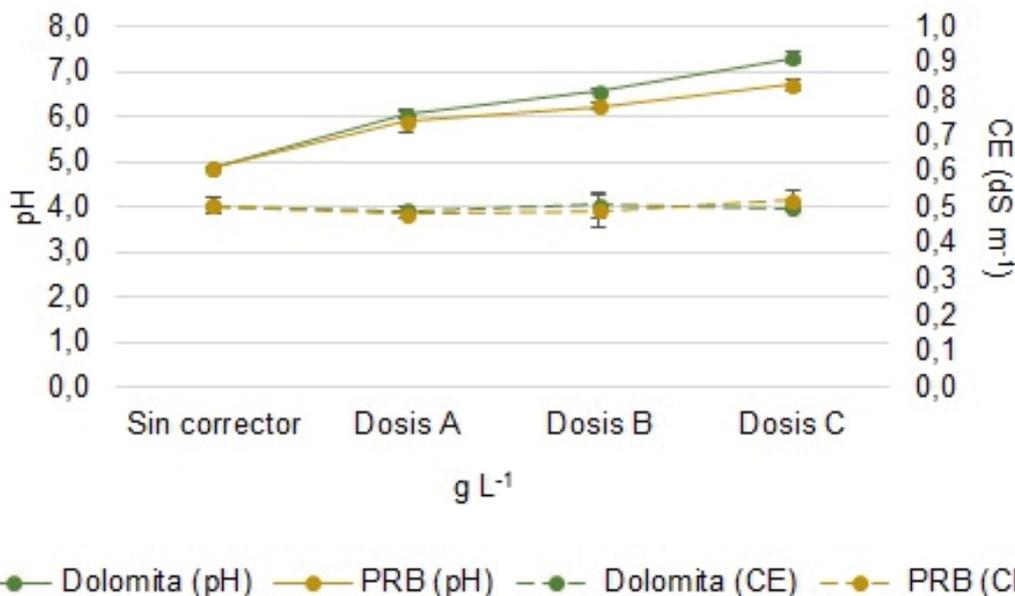


Figura 3. Valores de pH y conductividad eléctrica (CE) finales por las diferentes dosis de cada corrector (Dosis A, B y C: 1, 2 y 3 g de dolomita y 0,74, 1,48 y 2,22 g L<sup>-1</sup> de polvo de roca basáltica (PRB)). Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95 %.

dentro del rango recomendado. Finalmente, la dosis empleada del corrector elegido dependerá del pH apropiado para la especie en particular, por ejemplo, las azaleas (*Rhododendron* spp.) desarrollan mejor en un sustrato con pH cercano al límite inferior y el *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* (Shinn.) cercano al límite superior (Barbaro et al., 2018).

La incorporación de 0,74 g L<sup>-1</sup> de PRB fue suficiente para subir una unidad el valor de pH. En cambio, Aguiar et al. (2022) incorporaron 10, 20 y 30 % de PRB a un sustrato comercial formulado con corteza de pino descompuesta, corteza de pino carbonizada, fibra de coco y vermiculita, de pH 5,9, el que subió el valor 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, Aguiar et al. (2022) emplearon un PRB con mayor grado de alteración cuyo contenido de CaO era de 9,9 %, menor al PRB evaluado en el presente trabajo. Altland et al. (2015) evaluaron un residuo de la industria del acero como corrector de pH de un sustrato formulado con 80 % de corteza de pino y 20 % de turba de *Sphagnum*, y lo compararon con la dolomita, el residuo tenía 34,8 % de CaO y 8,5 % de MgO, logrando incrementar el valor de pH del sustrato pero con dosis superiores a 4,8 g L<sup>-1</sup>.

La CE durante la corrección se mantuvo entre 0,49 a 0,54 dS m<sup>-1</sup> en los tratamientos con dolomita y entre 0,43 a 0,55 dS m<sup>-1</sup> en los tratamientos con PRB, en general el CV entre mediciones fue menor a 5,3. Los valores finales de CE (Figura 3) fueron bajos, esto es positivo ya que permite el manejo de los nutrientes minerales según los requerimientos del cultivo mediante la fertilización (Landis et al., 2000).

Al finalizar el ensayo se observó que la solubilidad del fósforo (Tabla 2) disminuyó en todos los tratamientos en relación al SCCP no corregido, pero no hubo diferencia entre los tratamientos con menor dosis de ambos correctores y el tratamiento con SCCP sin corregir. En cambio, el potasio (Tabla

2) 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<sup>-1</sup> de dolomita, el que se diferenció de los restantes tratamientos ( $p < 0,0001$ ). La solubilidad de calcio y magnesio (Tabla 2) en todos los tratamientos corregidos aumentó en comparación al SCCP no corregido, aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de menor dosis de ambos correctores y el SCCP sin corregir. Ambos nutrientes aumentaron con el incremento de las dosis, el tratamiento con 3 g L<sup>-1</sup> de dolomita tuvo las mayores concentraciones diferenciándose de los restantes ( $p < 0,0001$ ). Los tratamientos con PRB tuvieron las menores concentraciones de magnesio.

Hubo diferencias significativas en la concentración de zinc (Tabla 2) presentando los mayores valores el SCCP sin corregir y con 1 g L<sup>-1</sup> de dolomita, con diferencias con los restantes tratamientos ( $p: 0,002$ ). El manganeso (Tabla 2) presentó menor concentración en los tratamientos con mayor dosis de ambos correctores con diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ). La concentración de cobre (Tabla 2) fue mayor en el tratamiento sin corrección y con 1 g L<sup>-1</sup> de dolomita diferenciándose de los tratamientos con 3 g L<sup>-1</sup> de dolomita, 1,48 g L<sup>-1</sup> y 2,22 g L<sup>-1</sup> de PRB ( $p < 0,0001$ ). La concentración de hierro fue mayor en el tratamiento sin corrección y se diferenció con los restantes tratamientos ( $p < 0,0001$ ). Además, su concentración fue disminuyendo de menor a mayor dosis de cada corrector.

Los resultados obtenidos fueron coincidentes por los alcanzados por Peterson (1982) y Altland et al. (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

**Tabla 2.** Contenido de P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu y Fe soluble al final del ensayo. SCCP: sustrato a base compost de corteza de pino. PRB: Polvo de roca basáltica. Letras distintas de una misma fila indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) test de Tukey.\* Sustrato a base de compost de corteza de pino.

Elemento (mg L <sup>-1</sup> )	SCCP + Dosis de dolomita						SCCP + dosis de PRB						SCCP	
	1 g L <sup>-1</sup>		2 g L <sup>-1</sup>		3 g L <sup>-1</sup>		0,74 g L <sup>-1</sup>		1,48 g L <sup>-1</sup>		2,22 g L <sup>-1</sup>			
<b>P</b>	1,99	ab	1,16	b	1,32	b	2,02	ab	1,67	b	1,67	b	2,85	a
<b>K</b>	56,18	d	78,73	b	97,25	a	54,99	d	68,75	c	76,62	b	34,19	e
<b>Ca</b>	2,99	e	33,41	c	97,88	a	4,33	e	25,13	d	49,37	b	1,6	e
<b>Mg</b>	2,70	de	50,89	b	143,73	a	2,19	de	5,01	d	12,23	c	0,76	e
<b>Zn</b>	0,20	ab	0,14	c	0,15	bc	0,13	c	0,15	c	0,13	c	0,21	a
<b>Mn</b>	0,23	a	0,19	b	0,13	d	0,24	a	0,21	b	0,15	c	0,25	a
<b>Cu</b>	0,19	a	0,15	ab	0,10	bc	0,11	abc	0,09	bc	0,06	c	0,19	a
<b>Fe</b>	15,57	b	2,64	d	0,58	d	13,01	b	12,08	bc	6,06	cd	31,49	a

se incrementa. En relación a esto último, es de destacar que tanto el calcio como el magnesio proveniente de los correctores se liberan y están potencialmente disponibles para la absorción de la planta (Altland y Jeong, 2016). Peterson (1982) 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 ensayo de Altland et al. (2008) quienes observaron un aumento a partir de pH: 6.

## CONCLUSIONES

El uso del polvo de roca basáltica (PRB) evaluado en el ensayo fue efectivo para aumentar el valor de pH del sustrato a base de compost de corteza de pino (SCCP) a los valores recomendados (5,3-6,5), con baja variación de la CE. Considerando que el valor inicial de pH del SCCP era de 4,97, las dosis de PRB adecuadas fueron 0,74 y 1,48 g L<sup>-1</sup> y de dolomita, 1 y 2 g L<sup>-1</sup>. El ajuste del pH con ambos correctores causó un decrecimiento en la solubilidad de fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre en solución. En cambio, la concentración de calcio, magnesio y potasio incrementó.

Se concluye que el polvo de roca basáltica es una alternativa viable para su uso como corrector para el ajuste del pH del SCCP.

## BIBLIOGRAFÍA

Abad, M., Noguera, P. y Burés, S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77(2), 197-200. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00152-8)

Abad, M., Noguera, P., y Carrión, C. (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. En Urrestarazu Gavilán, M. *Tratado de cultivo sin suelo*. 3ª ed. (pp. 113-158). Mundi-Prensa.

Aguiar, N. S., Mastella, A. D. F., Gabira, M. M., Walter, L. S., Felix, F. C., Matos, D. C. P., Wendling I., Angelo, A. C., Gaspar, R. G. B. y Kratz, D. (2022). Pó de roca basáltica incorporado ao substrato favorece o crescimento inicial de mudas de *Monteverdia ilicifolia*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 42, 1-9. <https://doi.org/10.4336/2022.pfb.42e202002142>

Altland, J. E., Buamscha, M. G. y Horneck, D. A. (2008). Substrate pH Affects Nutrient Availability in Fertilized Douglas Fir Bark Substrates. *HortScience*, 43(7), 2171-2178. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.7.2171>

Altland, J. E. y Jeong, K. Y. (2016). Dolomitic

Lime Amendment Affects Pine Bark Substrate pH, Nutrient Availability, and Plant Growth: A Review. *HortTechnology*, 26(5), 565-573. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03465-16>

Altland, J. E., Zellner, W. y Locke, J. C. (2015). Substrate pH and Butterfly Bush Response to Dolomitic Lime or Steel Slag Amendment. *Journal of Environmental Horticulture*, 33(2), 89-95. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-33.2.89>

Ansorena Miner, J. (1994). *Sustratos propiedades y caracterización*. 1ª ed. Mundi-Prensa.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). *Official Methods of Analysis*. 17ª ed. Vol. I y II. Ed. Dr. W. Horwitz.

Barbaro, L. A., Karlanian, M. A. y Mata, D. A. (2018). *Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Ediciones INTA.

Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., Rizzo, P. y Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean journal of agricultural and animal sciences*, 35(2), 126-136. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>

Barbaro, L. A., Sisaro, D., Stancanelli, S. y Soto, M. S. (2021). Polvo de ladrillo como sustrato para techos verdes extensivos. *Chilean journal of agricultural and animal sciences*, 37(1), 81-91. <http://dx.doi.org/10.29393/chjaas37-9p11b40009>

Bernier, R. y M. Alfaro. (2006). Acidez de los suelos y efectos del encalado. *Boletín INIA*, 151, 28-34.

Carmona, C. E., y Abad, B. M. (2008). Aplicación del compost en viveros y semilleros. En Moreno Casco, J. y Moral Herrero, R. (Eds.) *Compostaje* (pp. 399-424). Mundi-Prensa.

Casali, R., Torra R. y Caravaca, M. A. (2005). Ensayos acústicos preliminares realizados en rocas basálticas pertenecientes al grupo Serra Seral (Cretácico inferior), provincia de Corrientes, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2005, Universidad Nacional del Nordeste. Resumen T-055.

Ciccioli, S. E. (2017). *Caracterización geológica y ambiental del área de Eldorado, provincia de Misiones: aptitud de los materiales geológicos para uso cerámico y otros alternativos* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio Institucional de la UNLP.

Coker, C. S. (2021). Compost utilization in ornamental and nursery crop production. En Ozores Hampton, M. (Ed.) *Compost Utilization in Production of Horticultural Crops* (pp. 77-84). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003140412>

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González L., Tablada, M. y Robledo, Y. C. (2011). *InfoStat Versión 2011*. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias

- Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
- Díaz de Neira Sánchez, J. A., Gallastegui Suárez, G., González Menéndez, L. y Mancebo Mancebo, M. J. (2019). *Vocabulario de rocas, sedimentos y formaciones superficiales*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Díaz Poveda, V. C., y Sadeghian, S. (2020). Calidad de las enmiendas para corregir la acidez del suelo en la zona cafetera de Colombia. *Avances Técnicos Revista Cenicafé*, 516, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0516>
- Díaz Poveda, V. C., y Sadeghian, S. (2022). Eficiencia de enmiendas utilizadas como correctivos de la acidez del suelo en el cultivo del café en Colombia. *Revista Cenicafé*, 73(1), e73103. <https://doi.org/10.38141/10778/73103>
- Fascella, G. (2015). Growing Substrates Alternative to Peat for Ornamental Plants. En Asaduzzaman, M. (Ed.) *Soilless culture - Use of Substrates for the Production of quality horticultural crops* (pp. 47-67). In Tech. <https://doi.org/10.5772/59596>
- Gruda, N. S. (2019). Increasing Sustainability of Growing Media Constituents and Stand-Alone Substrates in Soilless Culture Systems. *Agronomy*, 9(6), 298. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060298>
- Gruda, N., Caron, J., Prasad, M. y Maher, M. J. (2016). Growing media. En Lal, R. (Ed.) *Encyclopedia of Soil Sciences*. 3ª ed. (pp. 1053-1058). CRC Press, Taylor and Francis Group. [https://www.researchgate.net/publication/311617013\\_Growing\\_Media](https://www.researchgate.net/publication/311617013_Growing_Media)
- Kaderabek, L. E., Jackson, B. E. y Fonteno, W. C. (2017). Changes in the physical, chemical, and hydrologic properties of pine bark over twelve months of aging. *Acta Horticulturae*, 1174, 313-318. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1174.63>
- Koche, A., Hanasiro, J., Santos, A. D., Romero, A. M. S., Lavigne, M. D., Guidolin, J. A. y Alcarde, J. C. (1989). *Análise de corretivos agrícolas*. Associação Nacional para difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas.
- Landis, T. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E. y Barnett, J. P. (2000). *Manual de viveros para producción de especies forestales en contenedor*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal.
- Le Maitre, R. W. (2002). *Igneous Rocks. A Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks*. 2ª ed. Cambridge University Press.
- Molina, E. (1998). *Acidez de suelo y encalado* (No 631.42 M722e). Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Murphy, J. y Riley, J. P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27, 31-36. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88444-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88444-5)
- Nunes, J. M. G., Kautzmann, R. M. y Oliveira, C. (2014). Evaluation of the natural fertilizing potential of basalt dust wastes from the mining district of Nova Prata (Brazil). *Journal of Cleaner Production*, 84, 649-656. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.032>
- Peterson, J. C. (1982). Effects of pH Upon Nutrient Availability in a Commercial Soilless Root medium Utilized for floral Crop Production. *Ohio Agricultural Research and Development Center*, 268, 16-19.
- Ramos, C. G., Querol, X., Oliveira, M. L., Pires, K., Kautzmann, R. M. y Oliveira, L. F. (2015). A preliminary evaluation of volcanic rock powder for application in agriculture as soil a remineralizer. *Science of the Total Environment*, 512-513, 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.12.070>
- Rikala, R., y Jozefek, H. J. (1990). Effect of dolomite lime and wood ash on peat substrate and development of tree seedlings. *Silva Fennica*, 24(4), 323-334.
- Shreckhise, J. H., Owen Jr., J. S., Eick, M. J., Niemiera, A. X., Altland, J. E. y White, S. A. (2019). Dolomite and Micronutrient Fertilizer Affect Phosphorus Fate in Pine Bark Substrate used for Containerized Nursery Crop Production. *Soil Science Society of America Journal*, 83(5), 1410-1420. <https://doi.org/10.2136/sssaj2018.12.0493>
- Swoboda, P., Döring, T. F. y Hamer, M. (2022). Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: A review. *Science of the Total Environment*, 807, 150976. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150976>
- Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. A., Bohnen, H. y Volkweiss, S. J. (1995). *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Boletim Técnico No. 5. 2ª ed. Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Teruggi, M. E. (1955). Los basaltos tholeiíticos de Misiones. *Notas Museo de La Plata, Geología* 18(70), 259-278.
- Veloso, C. A. C., Borges, A. L., Muniz, A. S. y Veigas, I. A. (1992). Efeito de diferentes materiais no pH do solo. *Scientia Agricola*, 49, 123-128. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161992000400016>
- Vence, L. B. (2008). Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *Ciencia del suelo*, 26(2), 105-114.
- Younis, A., Ahsan, M., Akram, A., Lim, K. B., Zulfiqar, F. y Tariq, U. (2022). Use of Organic Substrates in Sustainable Horticulture. En Hasanuzzaman, M., Hawrylak Nowak, B., Islam, T. and Fujita M. *Biostimulants for Crop Production and Sustainable Agriculture* (pp. 122-138). CABI Books.