

Presencia de metales pesados en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico

Presence of heavy metals in organic cacao (*Theobroma cacao* L.) crop

Hugo Alfredo Huamani-Yupanqui^{1*}, Miguel Ángel Huauya-Rojas^{1†}, Luis Germán Mansilla-Minaya^{1‡}, Nelino Florida-Rofner^{2††}, y Gilmer Milton Neira-Trujillo^{3‡‡}

¹Departamento de Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía. ²Carrera Profesional de Conservación de Suelos y Aguas, Facultad de Recursos Naturales. ³Laboratorio de Análisis de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Apartado Postal 156, Tingo María, Huánuco, Perú.

*Autor para correspondencia: hhuamani@hotmail.com; †mhauayar@gmail.com; ‡lmansillam@hotmail.com; ††nelinof@hotmail.com; ‡‡analisisdesuelosunas@hotmail.com

Rec.: 07.02.12 Acept.: 10.11.12

Resumen

La presencia de metales pesados en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es actualmente un grave problema para agricultores y cooperativas de las regiones Huánuco y Ucayali, Perú. En el presente trabajo se evaluaron los contenidos de cadmio y plomo en suelos y hojas del cacao en estas regiones. Para el efecto se recolectaron y analizaron en laboratorio muestras tomadas en 22 parcelas con cultivos orgánicos de esta especie, 17 en la región Huánuco y cinco en la región Ucayali. Se realizaron análisis de correlación de Pearson entre los contenidos de plomo y cadmio disponibles en el suelo con variables foliares (P, Mg, Ca, Zn, Cd, Pb) y del suelo (arena, arcilla y K). En los suelos, sólo en el caso de potasio se presentan deficiencias; mientras que en el tejido foliar se presentaron deficiencias de N, P, K, Mg y Zn. Los valores promedio de cadmio y plomo disponible en los suelos fueron 0.53 y 3.02 ppm y en las hojas de cacao de 0.21 y 0.58 ppm respectivamente.

Palabras clave: Cadmio, contaminantes, metales pesados, plomo, suelo, *Theobroma cacao*.

Abstract

The presence of heavy metals in cocoa's crop is becoming a difficulty for farmers and cooperatives at Huanuco and Ucayali regions, Peru. In this research cadmium and lead content in cocoa's soils and leaves was evaluated. For it, soil and foliar samples were collected in 22 organic crop plots located at Huánuco (17) and Ucayali (5) region. Pearson's correlation analysis was realized between content of lead and cadmium available in soils with foliar variables (P, Mg, Ca, Zn, Cd, Pb) and soil (Sand, Clay and K). According to the soil analysis only the potassium was deficient; while in leaf tissue deficiencies of N, P, K, Mg and Zn were observed. The average values of cadmium and lead available in soils were 0.53 ppm and 3.02 ppm and in foliar were 0.21 ppm and 0.58 ppm respectively.

Key words: Cadmium, contaminants, heavy metals, lead, soil, *Theobroma cacao*.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en forma orgánica es una de las principales actividades socio-económicas en las regiones de Huánuco y Ucayali, Perú. Los mayores mercados son el europeo (Francia, Inglaterra, Bélgica) y Estados Unidos. El cadmio y el plomo se encuentran de manera natural en la corteza terrestre en forma de minerales, de donde pueden ser absorbidos por las plantas y tomados de ellas por el ser humano, lo que constituye un riesgo potencial para la salud (Prieto et al., 2009). La planta de cacao absorbe metales pesados del suelo y los concentra en las semillas (Augstburger et al., 2000). La evaluación del contenido de cadmio en semillas de cacao en parcelas de estas regiones reveló la presencia de cadmio en niveles superiores al permitido (0.5 ppm) (Cárdenas, 2012), lo cual puede limitar la exportación de este producto agrícola. En este contexto se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar los contenidos de cadmio y plomo disponibles en los suelos y en las hojas de cacao orgánico.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en 22 parcelas de agricultores con cultivo de cacao orgánico en producción de 7 años de edad, de las cuales 17 se localizan en la región Huánuco (75° 49' O, 09° 09' S) y cinco en la región Ucayali (75° 12' O, 08° 49' S), Perú.

Las muestras de suelo fueron tomadas en diciembre de 2010 y en ellas se hicieron análisis físicos y químicos. En cada parcela se tomaron 20 submuestras que se mezclaron para obtener una muestra de 1 kg que fue enviada a laboratorio para los análisis siguientes: textura por el método de Bouyoucus (1962), pH (1:1), materia orgánica (M.O.) por el método de Walkley y Black (1934), P disponible por el método Olsen modificado (1954), potasio disponible empleando ácido sulfúrico 6 N (Cano et al., 1984), C.I.C. según el método de acetato de amonio 1N pH 7 (Rhoades, 1982), calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiable por extracción con acetato de amonio y lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica (Jackson, 1964), C.I.C.

efectiva por desplazamiento con KCl 1N (Díaz y Hunter 1978), aluminio más hidrógeno por el método de Yuan (1958), cadmio y plomo disponibles empleando el extractante EDTA 0.05M pH 7 (Westerman, 1990).

Para el análisis foliar en cada parcela se tomaron dos hojas por plantas seleccionadas al azar, para un total de 20 hojas. Este material fue colocado en bolsas rotuladas y enviadas al laboratorio donde se secó y molió para análisis de nitrógeno (N) por el método Kjendahl, fósforo (P) por el método de Metavanadato y cationes, por lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica (AOAC, 1995).

Los datos obtenidos fueron procesados en el paquete estadístico SPSS 12 (2003) a partir del cual se realizaron los análisis de correlación de Pearson entre los contenidos de plomo y cadmio disponibles en el suelo y variables foliares (P, K, Mg, Ca, Zn, Cd, Pb) y del suelo (arena, arcilla y K).

Resultados y discusión

Contenidos de nutrientes en suelos y tejido foliar

De acuerdo con las recomendaciones del IPNI (2011) los suelos presentaron propiedades químicas adecuadas para el cultivo de cacao (Cuadro 1). No obstante el contenido de K₂O fue bajo en algunas parcelas que presentaron niveles por debajo del valor recomendado (>300 kg/ha) para el cultivo de cacao. El porcentaje de saturación de aluminio se encuentra dentro de los límites permitidos para el cultivo (< 30%), excepto en suelos de la localidad H-13, donde fue de 32%.

Los análisis foliares mostraron deficiencias en los contenidos de N, P, K, Mg y Zn (Cuadro 2), según las recomendaciones de Aikpokpodion (2010) para este cultivo. En el caso de K los bajos contenidos se relacionan con los bajos niveles de este nutriente en el suelo.

Contenido de metales pesados en suelos y hojas

En el suelo los contenido promedio de cadmio y plomo disponible fueron, respectivamente, de 0.53 ppm y 3.02 ppm (Cuadro 3). La Unión Europea establece que en suelos agrícolas las

Cuadro 1. Análisis físico-químico de los suelos en el estudio.

Lugar	Clase textural	pH	MO (%)	P (ppm)	K ₂ O (kg/ha)	C.I.C. cmol(+)/kg	Sat. Al (%)
H-1	Franco arcilloso	5.26	2.09	8.6	278	9.65	6.22
H-2	Franco	7.53	2.30	8.6	398	11.20	0
H-3	Franco	7.17	2.72	9.8	537	10.84	0
H-4	Franco arenoso	7.29	2.09	9.6	340	10.60	0
H-5	Franco arenoso	7.23	2.09	10.3	438	9.71	0
H-6	Franco limoso	7.19	2.51	9.4	554	10.20	0
H-7	Franco	6.67	2.93	8.4	263	11.04	0
H-8	Franco arenoso	6.38	3.97	9.1	606	9.04	0
H-9	Franco arcilloso arenoso	5.26	2.90	10.4	206	9.70	6.19
H-10	Franco	6.88	2.93	11.5	541	10.47	0
H-11	Franco	4.68	2.72	6.9	558	7.26	13.77
H-12	Franco	7.14	2.72	8.6	632	10.24	0
H-13	Franco	4.03	2.51	9.4	494	4.38	31.96
H-14	Franco arcilloso	5.41	3.34	12.2	134	9.58	5.22
H-15	Franco	5.08	2.72	9.9	190	8.57	15.17
H-16	Franco arcilloso	6.72	2.72	10.2	348	10.54	0
H-17	Franco arenoso	6.99	1.04	11	548	9.78	0
U-1	Franco arcillo arenoso	4.88	2.30	12.4	257	9.73	16.44
U-2	Franco arcillo. arenoso	5	2.09	7.9	344	9.22	2.71
U-3	Franco arcillo arenoso	4.73	2.72	10.6	221	7.31	4.10
U-4	Franco arcilloso	5.18	2.09	10.9	369	7.16	3.49
U-5	Franco arcilloso	5.6	3.34	12.8	265	6.52	0
μ		6.05	2.58	9.93	387.31	9.22	4.79
D.E.		1.07	0.58	1.47	147.63	1.67	7.83

μ: promedio; D.E.: desviación estándar.

Cuadro 2. Contenidos de nutrientes en muestras de tejido foliar de plantas de cacao en el estudio.

Lugar	N	P	K (%)	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
H-1	1.29	0.21	1.16	1.67	0.36	86.33	91.33	39.36	9.43
H-2	2.18	0.16	1.17	2.53	0.37	104.33	21.95	40.74	7.44
H-3	1.08	0.14	1.16	2.30	0.36	51.44	31.79	29.83	9.33
H-4	1.38	0.17	1.15	2.69	0.38	175.50	41.10	36.08	8.43
H-5	1.74	0.18	1.16	2.64	0.37	134.98	39.25	34.49	13.11
H-6	1.76	0.17	1.15	2.43	0.38	109.56	17.08	41.84	9.80
H-7	1.46	0.14	1.16	2.48	0.38	161.12	151.92	36.89	8.03
H-8	1.01	0.13	1.14	2.73	0.39	147.38	76.58	40.90	5.50
H-9	1.69	0.16	1.15	2.43	0.38	93.73	244.58	36.29	8.66
H-10	0.98	0.19	1.16	2.49	0.38	73.80	55.88	44.28	8.95
H-11	1.51	0.14	1.16	2.37	0.38	92.34	239.63	40.45	9.48
H-12	1.55	0.12	1.15	2.64	0.38	70.82	58.94	44.33	6.98
H-13	1.85	0.17	1.15	1.40	0.36	279.36	122.04	30.84	8.52
H-14	1.66	0.20	1.16	2.04	0.37	254.90	144.75	39.25	10.45
H-15	1.89	0.09	1.15	2.50	0.37	110.59	264.63	40.41	5.39
H-16	1.81	0.23	1.17	2.17	0.37	253.05	41.78	35.15	10.35
H-17	1.34	0.15	1.16	2.58	0.37	258.73	60.42	34.78	10.15
U-1	1.23	0.17	1.14	2.20	0.37	106.31	128.23	32.82	8.20
U-2	1.71	0.16	1.14	2.45	0.37	84.85	156.24	35.55	7.41
U-3	1.77	0.13	1.14	2.39	0.38	86.63	171.80	37.82	6.82
U-4	1.74	0.2	1.16	2.45	0.37	73.12	115.66	33.29	8.12
U-5	2.35	0.19	1.15	2.34	0.38	106.40	125.43	39.43	9.30
μ	1.59	0.16	1.15	2.36	0.37	132.51	109.14	37.49	8.63
D.E.	0.35	0.03	0.01	0.32	0.01	69.02	73.95	3.98	1.72

μ: promedio; D.E.: desviación estándar.

Cuadro 3. Valores (ppm) de metales pesados en suelo y tejido foliar de cacao.

Lugar	Suelo		Foliar		Lugar	Suelo		Foliar	
	Cd	Pb	Cd	Pb		Cd	Pb	Cd	Pb
H-1	1.52	1.87	0.33	0.49	H-13	0.53	1.07	0.18	0.59
H-2	0.47	2.21	0.19	0.59	H-14	0.44	3.17	0.19	0.59
H-3	0.48	1.95	0.18	0.64	H-15	0.42	1.73	0.21	0.57
H-4	0.37	1.81	0.18	0.64	H-16	0.93	2.08	0.26	0.58
H-5	0.51	4.27	0.17	0.56	H-17	0.50	2.03	0.19	0.60
H-6	0.53	5.71	0.20	0.57	U-1	0.43	2.85	0.20	0.52
H-7	0.42	3.33	0.21	0.54	U-2	0.44	2.77	0.20	0.54
H-8	0.49	4.27	0.21	0.59	U-3	0.46	4.19	0.18	0.54
H-9	0.38	2.16	0.30	0.53	U-4	0.44	2.56	0.19	0.58
H-10	0.39	5.92	0.19	0.57	U-5	0.59	1.89	0.17	0.59
H-11	0.31	1.71	0.19	0.63	μ	0.53	3.02	0.21	0.58
H-12	0.54	6.83	0.22	0.60	D.E.	0.25	1.55	0.04	0.04

μ: promedio; D.E.: desviación estándar.

máximas concentraciones totales permitidas de metales pesados es 3 ppm en el caso del cadmio, mientras que para el plomo es 300 ppm (Acevedo, 2005). Reyes y María (2004) en República Dominicana encontraron en cultivo de cacao orgánico que el cadmio y el plomo disponibles del suelo representan el 33% y 11.7% del cadmio y plomo total de la planta, respectivamente.

Los metales pesados están presentes en los suelos como componentes naturales o como consecuencia de las actividades antropogénicas (Prieto et al., 2009). En las zonas del estudio no se ha determinado el origen de estos metales en el suelo. Cárdenas (2012) en parcelas con cultivos orgánicos de la región Huánuco encontró que los mayores valores de cadmio disponible en el suelo (1.82 y 1.63 ppm) se presentaban en las riberas de los ríos Huallaga y Tulumayo, respectivamente. Washl, citado por Cárdenas (2012), observó presencia de cadmio en los sedimentos del río Huallaga siendo más alta en la época seca (mayo – agosto) con valores entre 1.28 y 2.57 ppm.

En el tejido foliar se hallaron valores promedio de cadmio de 0.21 ppm y plomo de 0.58 ppm. Kabata-Pendias (2000) consideran que en hojas maduras las concentraciones máximas tolerables de metales pesados es 0.5 ppm para cadmio y de 10 ppm para plomo, valores superiores a los encontrados en este ensayo. Izquierdo (1998) en la región Barlovento, Venezuela, encontró en hojas de cacao valores de cadmio entre 0 y 21 ppm, lo que sugiere la alta variabilidad de este elemento.

Correlaciones de metales pesados

En el Cuadro 4 aparecen los valores para las correlaciones de Pearson del cadmio y plomo disponible del suelo, con las variables evaluadas tanto en suelo como en hojas de cacao. Esta correlación fue significativa y positiva (P < 0.05) entre el cadmio total en el tejido foliar y el cadmio disponible en el suelo; por el contrario, la correlación entre cadmio en el suelo con el contenido foliar de calcio y magnesio fue significativa pero negativa. Una explicación de estos resultados es la forma

Cuadro 4. Análisis de correlación de Pearson entre el cadmio y plomo disponible del suelo con variables foliares (f) y algunas propiedades del suelo.

Elemento	P-f	Mg-f	Ca-f	Zn-f	Cd-f	Pb-f	Arena	Arcilla	K-s
Cd-s	0.483*	-0.425*	-0.522*	0.032	0.441*	-0.437*	-0.429*	0.307	-0.114
Pb-s	-0.138	0.507*	0.420	0.583**	-0.365	-0.106	0.084	-0.445*	0.449*

N = 22, *correlación significativa (P < 0.05), ** correlación altamente significativa (P < 0.01).

disponible de estos tres elementos en el suelo, la forma iónica $^{+2}$, por lo que posiblemente existe competencia entre ellos por los sitios de absorción a nivel radicular de la planta, lo que afecta la presencia del Mg a nivel foliar por debajo de los niveles de referencia. El cadmio no es un elemento esencial para las plantas, por tanto se asume que no existen mecanismos de absorción específicos. Entre las proteínas responsables de la entrada de cadmio a la célula se destaca el transportador específico de calcio LCT1 y la proteína IRT1 que pertenece a la familia transportadora de zinc y hierro (Rodríguez-Serrano et al., 2008). Benavides et al. (2005) consideran que la absorción de cadmio a nivel radicular está en competencia directa con otros nutrientes como calcio, potasio, magnesio, hierro, cobre, manganeso, zinc, por lo que pueden ser absorbidos por las mismas proteínas transportadoras.

La correlación entre contenido de cadmio disponible en el suelo y porcentaje de arena en el suelo fue negativa ($P < 0.05$). Si se considera que la textura promedio de los suelos en este estudio presenta una tendencia franco a franco arcillosa, se puede inferir que estos tipos de textura favorecen una mayor presencia de cadmio disponible que estaría adsorbido a la matriz del suelo en este caso a la arcilla. Estévez et al. (2000) al evaluar la retención y movilidad de cadmio y zinc en tres suelos de Galicia, España, hallaron una mayor retención en el suelo con mayor contenido de M.O., arcilla, C.I.C. efectiva y menor porcentaje de saturación de aluminio. Holmgren et al. (1993) consideran que el cadmio varía con la evolución del suelo, con los valores más bajos en los suelos más evolucionados, de pH ácido, bajos valores de C.I.C. y textura arenosa.

En el caso del plomo se presentó correlación negativa ($P < 0.05$) entre este elemento disponible en el suelo y la presencia de arcilla, lo que indica que este mineral del suelo influye en la disponibilidad del plomo. Garrido et al. (2008) evaluaron el comportamiento de cadmio y plomo en suelos ácidos en condiciones de laboratorio y encontraron una alta retención de este último, a diferencia de la alta movilidad del primero. Illera et al. (2004) encontraron que el plomo se encuentra

retenido en los bordes de la caolinita, una arcilla común en suelos de zonas tropicales húmedas, como las de este ensayo. También se observó una correlación positiva ($P < 0.05$) entre el plomo del suelo con el contenido foliar de Mg y Zn y con potasio del suelo.

Conclusiones

- Los suelos en el estudio presentan adecuadas condiciones físicas y químicas para el cultivo de cacao, excepto en los sitios H-14 y H-15, que tienen niveles bajos de K_2O .
- En el tejido foliar del cacao se observaron deficiencias de N, P, K, Mg y Zn.
- Los valores promedio de Cadmio y Plomo (0.53 y 3.02 ppm, respectivamente) en estos suelos se pueden considerar como bajos.
- Se observaron correlaciones de cadmio en suelo con el contenido foliar de P, Mg, Ca, y Pb; y de plomo en suelo con el contenido foliar de Mg, Zn, y K y arcilla en el suelo.

Agradecimientos

A la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda. por la coordinación con los agricultores y subvencionar los análisis de laboratorio realizados.

Referencias

- Acevedo, E.; Carrasco, M.; León, O.; Martínez, E.; Silva, P.; et al. 2005. Criterios de calidad de suelo agrícola. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. 205 p.
- Aikpokpodion, P. 2010. Nutrients Dynamics in Cocoa Soils, leaf and beans in Onto State, Nigeria. *J. Agri. Sci.* 1(1):1 - 9.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1995. Official Method 975.03. Metals in plants. Chap. 3. Washington, D. C.
- Augstburger, F.; Berger, J.; Censkowsky, U.; Heid, P.; Milz, J. et al. 2000. Agricultura Orgánica en el trópico y subtrópico. En: Guía de 18 cultivos. 1^{ra} Edición. Alemania. 24 p. Disponible en: <http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanol/cacao.pdf>. [Fecha revisión: Julio 20 de 2011].
- Benavides, M.; Gallego, S.; y Tomaro, M. 2005. Cadmium toxicity in plants. *Braz. J. Plant. Physiol.* 17(1):21 - 34.

- Bouyoucus, G. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J.* 54(3):464 - 465.
- Cano, M.; Torres, C.; Vargas, M.; Moreno.; Cruzado, A. et al. 1984. Análisis de suelos, tejido vegetal, aguas y fertilizantes. Lima. CIPA. 81 pp.
- Cárdenas, A. 2012. Presencia de cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico de la cooperativa Agraria Industrial Naranjillo, Tingo María, Perú. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco. Perú. 96 p.
- Díaz, R. y Hunter, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Estévez, J.; Andrade, M.; Marcet, P.; y Montero, M. 2000. Fijación y movilidad de cadmio y zinc en tres tipos de suelos ácidos de Galicia, España. *Cienc. Suelo.* 18(1):28 - 35.
- Garrido, F.; Serrano, S.; Campbell, C. G.; Barrios, L.; y García-González, M. T. 2008. Evidence of physical and chemical nonequilibrium in lead and cadmium transport and sorption in acid soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72:1434 - 1444.
- Holmgren, G.; Meyer, M.; Chaney, R.; y Daniels, R. 1993. Cadmium, lead, zinc, copper, and nickel in agricultural soils of the United States of America. *J. Environ. Qual.* 22:335 - 348.
- Illera, V.; Garrido, F.; Serrano, S.; y García, M. 2004. Immobilization of the heavy metals Cd, Cu and Pb in an acid soil amended with gypsum and lime rich industrial by products. *Eur. J. Soil. Sci.* 55:135 - 145.
- IPNI (International Plant Nutrition Institute). Disponible en: <http://www.ipni.net/> [Fecha revisión: Octubre 15 de 2011]
- Izquierdo, A. 1988. Determinación de contaminación con cadmio en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su posible origen en la región de Barlovento Estado Miranda. Tesis Maestría. Universidad Central de Venezuela. Venezuela.
- Jackson, M. 1964. Análisis químico de suelos. Omega. Barcelona. 662 p.
- Kabata-Pendias, A. 2000. Trace elements in soils and plants. 3th Edition. CRC Press, Boca Raton, EE.UU. 413 p.
- Olsen, S. R.; Cole, C. V.; Watanabe, F. S.; y Dean, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *EE.UU. Dep. Agr. Circ.* 939.
- Prieto, J.; González, C.; Román, A.; y Prieto, F. 2009. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 10(1):29 - 44.
- Reyes, E. y María, A. 2004. Contenido de metales pesados tóxicos (níquel, plomo, cobre, cadmio y manganeso) en el cacao de la provincia Monseñor Nouel. En: Cacao. Resultados de Investigación. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Santo Domingo. p. 62 - 73.
- Rhoades, J. 1982. Cation exchange capacity. En: Page, A. (ed.). *Methods of Soils Analysis. Parte 2. Chemical and Microbiological Properties.* 2th edition. Number 9. ASA & SSSA. EE. UU. p. 1159.
- Rodríguez-Serrano, M.; Martínez-de la Casa, N.; Romero-Puertas, M. C.; Del Río, L. A.; y Sandalio, L. M. 2008. Toxicidad del cadmio en plantas. *Ecosistemas* 17 (3):139 - 146.
- SPSS Inc. 2003. SPSS 12.0 Chicago. Illinois.
- Walkley, A. y Black, I. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil matter and a proposed modification of the chromic and titration method. *Soil Sci.* 37:29 - 38.
- Westerman, R. 1990. Soil testing and plant analysis. 3rd ed. Soil Science Society of America. SSSA. Madison, WI. EE. UU.
- Yuan, T. 1958. Determination of exchangeable hydrogen in soils by a titration method. Florida Agric. Experiment Station. *Soil Sci.* 88:164 - 167.