Bionatura
International Journal of Biotechnology and Life Sciences
ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

Almacenamiento de carbono en huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Carbon storage in urban plot gardens in Tarapoto, La Banda de Shilcayo and Morales

Luis Alberto Ordóñez Sánchez [1], *Karina Milagros Ordóñez Ruiz* * [2], *Ana Noemí Sandoval-Vergara* [3], *Jorge Max Navarro- Reátegui* [4], *Karla Luz Mendoza-López* [5]

[1] *Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. lordonezs@ucvvirtual.edu.pe, https://orcid.org/0000-0003-3860-4224.*
[2] *Universidad Nacional Autónoma de Huanta/Huanta/Perú; kordonez@unah.edu.pe. https://orcid.org/0000-0002-5957-2447*
[3] *Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. svergara16@ucvvirtual.edu.pe https://orcid.org/0000-0002-9702-8434*
[4] *Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. jorgemaxnavarror@alumno.unsm.edu.pe https://orcid.org/0000-0001-8621-9414*
[5] *Universidad Cesar Vallejo, Carretera Marginal Norte F.B.T KM 8.5 Sec. Maronilla, Cacatachi, San Martín, Perú. klmendozam@ucvvirtual.edu.pe https://orcid.org/0000-0003-4041-7890*
kordonez@unah.edu.pe;

DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.14

Resumen

Las huertas de lotes urbanos, almacenan carbono en biomasa y suelo, cumpliendo objetivos de desarrollo sostenible de acción por el clima. El objeto de la investigación fue determinar la cantidad de carbono que almacenan las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales que pertenecen a la región de San Martín, Perú. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, tipo aplicada, diseño no experimental, transversal descriptivo. Población fue 47000 familias, muestra 40, muestreo probabilístico. Técnica utilizada por el Centro internacional de investigación en agroforestería. Se tomaron datos de huertas: árboles, arbustos, hierbas, hojarascas, mantillos, raíces, lombrices, suelos. Se obtuvieron pesos frescos; luego, se obtuvo pesos secos. Los almacenamientos de carbonos de volúmenes vegetales se obtuvieron multiplicando por el factor 0,45: CBV (t/ha) = BVT x 0,45. Como resultados, la superficie promedio de una huerta de lotes urbanos es 56 m^2. La superficie de huertas de las tres ciudades es 258 has. La biomasa promedio general en peso seco es 17746 t. La correlación de Pearson entre carbono orgánico (CO %) y peso seco de biomasa es de - 0,3, negativa débil. Conclusiones, el 76 % del carbono es de biomasa; y, el 24 % del suelo, generando $104236, de 10561 t de carbono.

Palabras clave: almacenamiento de carbono de biomasas 1; biomasas de huertas urbanas 2; huertas de lotes urbanos 3; suelos 4.

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

Abstract

The gardens of urban lots store carbon in biomass and soil, fulfilling sustainable development objectives of climate action. The objective of the research was to determine the amount of carbon stored by the gardens of urban lots in the cities of Tarapoto, La Banda de Shilcayo and Morales, which belong to the San Martin region, Peru. The research approach was quantitative, applied type, non-experimental design, descriptive cross-sectional. Population was 47,000 families, sample 40, probability sampling. Technique used by the International Center for Research in Agroforestry. Data from gardens was taken: trees, shrubs, herbs, leaf litter, mulch, roots, worms, soils. Fresh weights were received; then, dry weights were obtained. Carbon storage of plant volumes was obtained by multiplying by the factor 0.45: CBV (t/ha) = BVT x 0.45. As a result, the average surface of an urban lot garden is 56 m2. The surface of gardens in the three cities is 258 hectares. The overall average biomass in dry weight is 17,746 t. The Pearson classification between organic carbon (CO %) and dry weight of biomass is -0.3, weakly negative. Conclusions: 76% of the carbon is from biomass; and 24% from the soil, generating $104,236, from 10,561 t of carbon.

Keywords: carbon storage of biomass 1; biomass from urban gardens 2; urban lot gardens 3; soils 4.

Introducción

Más de 4 mil millones de personas viven actualmente en zonas urbanas. Esto significa que, más de la mitad del mundo vive en zonas urbanas. La ONU estima que, este hito ocurrió en 2007 [(1)]. La reforestación urbana mitiga el cambio climático mediante el secuestro de carbono, pero cuantificar las ganancias de carbono requiere una estimación precisa de la biomasa aérea [(2)]. Las zonas urbanas desempeñan un papel crucial en la absorción de carbono, al tiempo que producen una cantidad considerable de emisiones de carbono [(3)]. Los árboles son una característica destacada de los ecosistemas urbanos. La productividad de los árboles urbanos es un componente clave de la energía de los ecosistemas urbanos y ha sido identificada como una posible vía para reducir las concentraciones globales de gases de efecto invernadero [(4)]. Los estudios de biomasa de árboles urbanos son importantes para estimar el rendimiento de desechos de madera urbana, el secuestro de carbono y otros bienes ecosistémicos proporcionados por los bosques urbanos [(5)]. Las áreas urbanas ahora lidian con muchos problemas que abarcan el cambio climático, el agotamiento de los recursos, los aumentos demográficos y el aumento de los niveles de contaminación [(6)]. El bosque de la Iglesia Ortodoxa Etíope Tewahido desempeña un papel importante en la conservación de especies nativas, el secuestro de carbono y la mitigación del cambio climático [(7)]. Las distintas formas de espacios verdes urbanos, con poblaciones, comunidades vegetales y funciones variables, ofrecen distintas ventajas ecológicas urbanas [(8)]. La urbanización es una preocupación actual, particularmente en África, donde se espera que continúe y amenace cada vez más la eficacia de la biodiversidad vegetal, los sumideros naturales de carbono y la sostenibilidad de las ciudades [(9)]. “Los árboles urbanos desempeñan un papel importante en la planificación urbana y están

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

directamente vinculados a los espacios urbanos que promueven servicios ecosistémicos como la conservación de la biodiversidad y las reservas de carbono [10]. Las actividades antropogénicas pueden provocar la pérdida de carbono orgánico del suelo (SOC) o mejorar su almacenamiento, por lo que tienen el potencial de exacerbar o ayudar a mitigar el cambio climático [11]. Los impulsores socioeconómicos del carbono orgánico del suelo (SOC) en áreas urbanas pueden diferir entre regiones debido a las diferentes tenencias de la tierra y sus regímenes derivados de gestión de espacios verdes [12]. Los espacios verdes urbanos desempeñan un papel fundamental en el secuestro de carbono al absorber carbono de la atmósfera [13]. Los espacios verdes urbanos son una extensión eficaz de los sumideros de carbono en paisajes dominados por el hombre para complementar la mitigación del cambio climático [14]. La baja temperatura de los jardines durante el día y la alta temperatura durante la noche, lo que confirmó el efecto moderador de la temperatura de los jardines urbanos [15]. La huerta de un lote urbano del distrito, captura en promedio 0,63 t de carbono. [16]

Materiales y métodos

Preparación para el estudio de pre campo: Se solicitó, mediante documento, a las municipalidades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, el plano catastral urbano, donde se evidencian los barrios y los lotes urbanos correspondientes. Las muestras de estudio fueron determinadas con la técnica estadística del valor de Z. Al azar, con balotas, se identificaron los lotes urbanos de las tres ciudades. Selección y delimitación de las circunscripciones de indagaciones: Las personas propietarias de los lotes urbanos, proveyeron de pertrechos, materia prima a efectos de conquistar averiguaciones en huertos. Estimación de flora con el procedimiento barométrico: La técnica utilizada fue la del Centro internacional de investigación en agroforestería. Se tomaron datos de las huertas de las porciones urbanas que fueron las muestras: árboles, arbustos, hierbas, hojarascas, mantillos, raíces, lombrices, suelos. Los datos de árboles y arbustos, se hicieron a todos los individuos de las huertas, evaluando sus diámetros a la altura del pecho (DAP), a 1,30 metros desde el suelo, con forcípula. Con aquellas averiguaciones se establecieron pesos y volúmenes vegetales, utilizando la subsiguiente técnica BA=0,1184\ast{DAP}^{2,53}. Con estos pesos frescos, se establecieron los pesos secos (32 % del peso fresco) [16]. Con los pesos secos se establecieron los almacenamientos de carbonos de estos volúmenes vegetales (45 % del peso seco, aunque otros autores indican que sería el 50 %). El carbono constituye aproximadamente 40,8 % de la biomasa leñosa de la especie estudiada [17]. Se multiplicó la biomasa vegetal total por el factor 0,45 (45 % de la materia seca es C). La biomasa vegetal total seca de cada árbol fue determinada sumando la biomasa seca de cada uno de sus componentes: CBV (t/ha) = BVT x 0,45 [18]. Biomasas de las huertas de lotes urbanos. Registro de árboles y arbustos. Se contaron los árboles y arbustos existentes en la huerta. Se tomaron medidas DAP a cada individuo. Registro de hierbas,

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

hojarasca, mantillo, raíces y lombrices. Análisis de suelos: Se tomaron registros de coordenadas de cada huerta. Se seccionó 1 m^2 con rafia. Las hierbas se extrajeron a mano. Se colocaron en bolsas plásticas transparentes y se hizo el pesaje fresco. Seguidamente, se juntó a mano, toda la hojarasca; y, se colocó en bolsa plástica. Se hizo el pesaje fresco. A continuación, se recogió a mano, todo el mantillo; y, se colocó en bolsa plástica. Se hizo el pesaje fresco. En el centro del metro cuadrado, se hizo una calicata de 0,25 m^2 x profundidad del suelo. Se extrajo 1 kg de muestra de suelo. Las muestras de cada distrito se mezclaron y se secaron durante una semana, bajo sombra. Se molió en mortero y se tamizó. Se extrajo una muestra de 1 kg de cada distrito y llevó al laboratorio (Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto). Las derivaciones de los exámenes de suelos mostraron macro elementos N, P, K, Mg, Ca, también la textura, pH, CIC, materia orgánica, densidad aparente y carbono orgánico. Las raíces encontradas en la excavación, se recogieron a mano. Se colocaron en bolsa plástica y se hizo pesaje fresco. También se cogieron lombrices. Se hizo pesaje fresco. Las lombrices aumentan la mineralización del material vegetal y animal, aumentando así la cuantía de nitrógeno utilizable en la tierra. Se estima que alrededor de 60 a 70 kg de nitrógeno han sido devueltos al suelo cada año en English Lumberland, bosques en Inglaterra por medio de la descomposición de Lumbricus Terrestris (19). Se obvió determinar la pendiente del terreno (Pitágoras) junto a la calicata, debido a que todas las huertas ostentaban estar planas. Almacenamiento de carbono: Los datos de campo fueron procesados por softwares Excel y SPSS, donde se plasmaron los pesos secos de los árboles, arbustos, hierbas, hojarascas, mantillos, raíces y lombrices. También, mediante laboratorio, se determinó el peso del suelo de cada huerta, tomando en cuenta la densidad aparente, la profundidad y la superficie, así como, la cantidad de carbono orgánico almacenada. De esta manera, mediante fórmula, se determinaron las cantidades de carbono almacenados en las biomasas (45 %) y los suelos de las huertas de las respectivas jurisdicciones.

Resultados

1. Lotes urbanos existentes en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, Perú

1.1. En las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales juntos hay 47 000 lotes urbanos; de los cuales, el 45 % está en Tarapoto (21 000), 34 % en La Banda de Shilcayo (16000) y 21 % en Morales (10 000); mientras que, en España, se estima que existen más de 20 huertos urbanos [(20)]. La superficie promedio conjunta de una huerta de los lotes urbanos de las tres ciudades es 56 metros cuadrados (m^2); siendo las huertas de Tarapoto de 41 m^2, de La Banda de Shilcayo 77 m^2 y de Morales 50 m^2. La suma de las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, es

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

de 258 has; de las cuales, el 33 % corresponde a Tarapoto (85 has); el 48 % a La Banda de Shilcayo (123 has) y el 19 % a Morales (50 has) (tabla 1).

Tabla 1. Lotes urbanos existentes en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	N° lotes urbanos	%	Área promedio de huertas (M^2)	Área total de huertas distrito (has)	%
Tarapoto	21000	45	41	85.18	33
La Banda de Shilcayo	16000	34	77	123.31	48
Morales	10000	21	50	50.00	19
Total -promedio	47000	100	56	258.50	100

1.2. La calidad del suelo es uno de los tres componentes de la calidad ambiental, junto con la calidad del agua y el aire [22]. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto y de La Banda de Shilcayo tienen clase textural franca arenosa; y, el suelo de las huertas de los lotes urbanos de Morales es, franca arcillosa arenosa. La textura dominante de los suelos fue franco arcilloso arenoso y franco arenoso [20]. El 55 % de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto es arena; el 18 % arcilla; y, el 28 % limo. El 53 % de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo es arena; el 19 % arcilla; y, el 28 % limo. El 48 % de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Morales es arena; el 32 % arcilla; y, el 20 % limo (tabla 2).

Tabla 2. Clase textural, arena, arcilla y limo de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	% arena	% arcilla	% limo	Clase textural
Tarapoto	55	18	28	Franco arenoso
La Banda de Shilcayo	53	19	28	Franco arenoso
Morales	48	32	20	Franco arcilloso arenoso
Promedio	52	23	25	

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024.

1.3. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen pH 7,8; de La Banda de Shilcayo pH 7,5; de Morales pH 7,3 (promedio pH 7,5). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 216,56 µS/cm de Conductividad eléctrica (CE); de La Banda de Shilcayo 242,4 µS/cm de Conductividad eléctrica (CE); de Morales 195 µS/cm de Conductividad eléctrica (CE) (promedio 218 µS/cm). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 2,05 % de materia orgánica; de La Banda de Shilcayo 1,9 % de materia orgánica; de Morales 2,3 % de materia orgánica (promedio 2,1 %). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 1,5 t/m^3 de densidad aparente (DA);

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

de La Banda de Shilcayo 1,44 t/m^3 de densidad aparente (DA); de Morales 1,4 t/m^3 de densidad aparente (DA) (promedio 1,4 t/m^3). "Las densidades aparentes del suelo fueron significativamente mayores en los paisajes más nuevos (1,7 g cm^{-3}) en comparación con suelos urbanos más antiguos (1,4 g cm^{-3}) [24] (tabla 3).

Tabla 3. pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y densidad aparente de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	pH	Conductividad eléctrica (CE) µS/cm	Materia orgánica %	Densidad aparente (DA) t/m3
Tarapoto	7,6	216,6	2,1	1,5
La Banda de Shilcayo	7,5	242,4	1,9	1,4
Morales	7,3	195,2	2,3	1,4
Promedio	7,5	218	2,1	1,4

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024.

1.4. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen 0,1 % de nitrógeno (promedio N 0,1 %). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 12,3 ppm de P_2O_5; de La Banda de Shilcayo 10,2 ppm de P_2O_5; de Morales 11,3 ppm de P_2O_5 (promedio 11,2 ppm de P_2O_5). Los suelos urbanos más antiguos tenían significativamente más fósforo extraíble, P Bray débil (24%), P Bray fuerte (51%) y K (45%) que los suelos urbanos más nuevos [24]. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 160,2 ppm de K_2O; de La Banda de Shilcayo 145,2 ppm de K_2O; de Morales 152,3 ppm de K_2O (promedio 152,6 ppm de K_2O). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 1,2 % de carbono orgánico; de La Banda de Shilcayo 1,1 % de carbono orgánico; de Morales 1,4 % de carbono orgánico (promedio 1,2 % de carbono orgánico. (tabla 4).

Tabla 4. Nitrógeno, fósforo y potasio de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Nitrógeno %	Fósforo ppm	Potasio ppm	Carbono orgánico %
Tarapoto	0,1	12,3	160,2	1,2
La Banda de Shilcayo	0,1	10,2	145,2	1,1
Morales	0,1	11,3	152,3	1,4
Promedio	0,1	11,2	152,6	1,2

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

1.5. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 17 meq/100g de capacidad de intercambio catiónico (CIC); de La Banda de Shilcayo 14 meq/100g; de Morales 14 meq/100g (promedio 15 meq/100g). Las fracciones de arcilla y limo fino fueron responsables del 76 % – 90 % de la CIC del suelo a pH 5,8. La contribución de la fracción de limo fino a la CIC a pH 5,8 varió del 35 % al 50 %, lo que destacó la importancia de la fracción de limo fino para las propiedades fisicoquímicas del suelo [(26)]. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 14,6 meq/100g de catión cambiable de calcio; de La Banda de Shilcayo 12 meq/100g de catión cambiable de calcio; de Morales 12,3 meq/100g de catión cambiable de calcio (promedio 13 meq/100g de catión cambiable de calcio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 1,6 meq/100g de catión cambiable de magnesio; de La Banda de Shilcayo 1,1 meq/100g de catión cambiable de magnesio; de Morales 1,1 meq/100g de catión cambiable de magnesio (promedio 1,3 meq/100g de catión cambiable de magnesio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, de La Banda de Shilcayo y de Morales, tienen 0,4 meq/100g de catión cambiable de potasio cada uno (promedio 0,4 meq/100g de catión cambiable de potasio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, tienen 0,3 meq/100g de catión cambiable de sodio; de La Banda de Shilcayo 0,2 meq/100g de catión cambiable de sodio; de Morales 0,2 meq/100g de catión cambiable de sodio (promedio 0,2 meq/100g de catión cambiable de sodio). Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, de La Banda de Shilcayo y de Morales, tienen 100 % de saturación de bases (tabla 5).

Tabla 5. Capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes cambiables, porcentaje de saturación de bases de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Capacidad de intercambio catiónico CIC (meq/100g)	Catión cambiable calcio (meq/100g)	Catión cambiable magnesio (meq/100g)	Catión cambiable potasio (meq/100g)	Catión cambiable sodio (meq/100g)	Porcentaje de saturación de bases %
Tarapoto	17	14,6	1,6	0,4	0,3	100
La Banda de Shilcayo	14	12,4	1,1	0,4	0,2	100
Morales	14	12,3	1,1	0,4	0,2	100
Promedio	15	13,1	1,3	0,4	0,2	100

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

1.6. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto ostentan 1,2 % de carbono orgánico (CO); de La Banda de Shilcayo 1,1 % de CO; de Morales 1,4 % de CO. Promedio 1,2 % de CO. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 1,5 t/M3 de densidad aparente (DA); de La Banda de

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

Shilcayo 1,4 t/m^3 de DA; de Morales 1,4 t/m^3 de DA. Promedio 1,4 t/m^3 de DA. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 6,2 cm de profundidad; de La Banda de Shilcayo 5 cm de profundidad; de Morales 7,7 cm de profundidad. Promedio 6,2 cm de profundidad. Las capas arables de los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto pesan 891,8 t ha-1; de La Banda de Shilcayo pesan 696 t ha-1; de Morales pesan 1038 t ha-1. Promedio 875 t ha-1. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto ostentan 11 t ha-1 de carbono; de La Banda de Shilcayo 8 t ha-1 de carbono; de Morales 14 t ha-1 de carbono. Promedio 11 t ha-1 de carbono. Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 904 t de carbono; de La Banda de Shilcayo 970 t de carbono; de Morales 701 t de carbono. Total, de las tres ciudades 2 575 t de carbono. La correlación entre peso de la capa arable (PCA) y densidad aparente (DA) muestra el coeficiente de Pearson alto negativo de - 0.8; lo cual indica, una fuerte correlación negativa. Esto significa que, en general, a medida que aumenta la densidad aparente del suelo, el peso de la capa arable tiende a disminuir, y viceversa. Estas dos variables están inversamente relacionadas de manera significativa. Una densidad aparente más alta puede estar asociada con una mayor compactación del suelo, lo que podría reducir la porosidad y, en consecuencia, afectar negativamente el peso de la capa arable debido a la menor capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes en el suelo. La baja relación entre estas dos variables indica que, a mayor peso de la capa arable (PCA) hay menor densidad aparente (DA), o viceversa, debido a la relación peso y volumen de las partículas del suelo. En cambio, hay una correlación positiva extremadamente alta entre el peso de la capa arable (PCA) y la profundidad de suelo (cm) con coeficiente con 0.99, sugiere que, la profundidad del suelo es un factor determinante para el peso de la capa arable (tabla 6).

Tabla 6. Carbono en los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales (has) 2024

Ciudades	CO %	DA t/M^3	Profundidad cm	Peso capa arable t/ha^{-1}	C t/ha	% C ha^{-1} ciudades	C total ciudades t	% C por ciudades
Tarapoto	1,2	1,5	6,2	892	11	33	904	35
La Banda de Shilcayo	1,1	1,4	5	696	8	24	970	38
Morales	1,4	1,4	7,7	1038	14	43	701	27
Total	**4**	**4**	**19**	**2626**	**32**	**100**	**2575**	**100**
Promedio	**1,2**	**1,4**	**6,2**	**875**	**11**			

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

2. Biomasas de las huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

2.1. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 12 517 kg de hierba en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 73 % (9 086 kg), La Banda de Shilcayo el 12 % (1 447 kg) y Morales el 16 % (1 984 kg). El 44 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene hierbas; el 29 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene hierbas; el 10 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene hierbas. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 107 kg PS de hierbas por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 12 kg PS de hierbas por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 40 kg PS de hierbas por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen en promedio 53 kg PS de hierbas por hectárea. (tabla 7).

Tabla 7. Hierbas en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Hierbas PS ciudad kg	%	% huertas con hierbas	PS prom hierbas ha kg
Tarapoto	9086	73	44	107
La Banda de Shilcayo	1447	12	29	12
Morales	1984	16	10	40
Total	**12517**	**100**		**53**

Fuente: Laboratorio de suelos, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2024

2.2. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 104827 kg de hojarascas en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 37 % (38 506 kg), La Banda de Shilcayo el 34 % (35 745 kg) y Morales el 29 % (30 576 kg). El 88 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene hojarascas; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene hojarasca; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene hojarasca. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 452 kg PS de hojarasca por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 290 kg PS de hojarasca por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 612 kg PS de hojarascas por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 451 kg PS de hojarasca por hectárea (tabla 8).

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

Tabla 8. Hojarascas en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Hojarascas PS ciudad kg	%	% huertas con hojarasca	PS promedio hojarasca ha kg
Tarapoto	38506	37	88	452
La Banda de Shilcayo	35745	34	100	290
Morales	30576	29	100	612
Total	104827	100		451

2.3. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 24 217 kg de mantillo en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 27 % (6 506 kg), La Banda de Shilcayo el 49 % (11 871 kg) y Morales el 24 % (5 840 kg). El 88 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene mantillo; el 93 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene mantillo; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene mantillo. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 76 kg PS de mantillo por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 96 kg PS de mantillo por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 117 kg PS de mantillo por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 96 kg PS de mantillo por hectárea (tabla 9).

Tabla 9. Mantillo en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Mantillo PS ciudad kg	%	% huertas con mantillo	PS promedio mantillo ha kg
Tarapoto	6506	27	88	76
La Banda de Shilcayo	11871	49	93	96
Morales	5840	24	100	117
Total	24217	100		96

2.4. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 45 307 kg de raíces en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 26 % (11 848 kg); La Banda de Shilcayo el 41 % (18 546 kg) y Morales el 33 % (14 912 kg). El 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene raíces; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene raíces; el 100 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene raíces. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 139 kg PS de raíces por hectárea; las huertas de los

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 150 kg PS de raíces por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 298 kg PS de raíces por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 196 kg PS de raíces por hectárea (tabla 10).

Tabla 10. Raíces en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Raíces PS ciudad kg	%	% huertas con raíces	PS promedio raíces ha kg
Tarapoto	11848	26	100	139
La Banda de Shilcayo	18546	41	100	150
Morales	14912	33	100	298
Total	45307	100		196

2.5. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 72 688 kg de lombrices en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 100 % (72 688 kg). El 6 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene lombrices. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 853 kg PS de lombrices por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 284 kg PS de lombrices por hectárea (tabla 11).

Tabla 11. Lombrices en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Lombrices PS ciudad kg	%	% huertas con lombrices	PS promedio lombrices ha kg
Tarapoto	72688	100	6	853
La Banda de Shilcayo	0	0	0	0
Morales	0	0	0	0
Total	72688	100		284

2.6. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 15269 t de árboles frutales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 17 % (2 662 t); La Banda de Shilcayo el 20 % (3 014 t) y Morales el 63 % (9 593 t). El 63 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene árboles frutales; el 71 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene árboles frutales; el 90 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene árboles frutales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 31 t PS de árboles frutales por

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 24 t PS de árboles frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 192 t PS de árboles frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 83 t PS de árboles frutales por hectárea (tabla 12). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m2 en promedio, en donde existen 1,8 árboles frutales (368 árboles frutales por hectárea), de 21,63 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m^2 en promedio, en donde existen 1,6 árboles frutales (401 árboles frutales por hectárea), de 24,31 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m^2 en promedio, en donde existen 2,3 árboles frutales (509 árboles frutales por hectárea), de 33,24 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m^2, en donde existen 1,9 árboles frutales (426 árboles frutales por hectárea), de 26,4 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 13).

Tabla 12. Árboles frutales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	**Árboles frutales PS ciudad t**	**%**	**% huertas con árboles frutales**	**Árboles frutales PS prom ha t**
Tarapoto	2662	17	63	31
La Banda de Shilcayo	3014	20	71	24
Morales	9593	63	90	192
Total	15269	100		83

Tabla 13. Número de árboles frutales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

N° árboles huerta	N° árboles ha	DAP cm	M2 huerta
1.8	368.4	21.63	41
1.6	401.0	24.31	77
2.3	509.2	33.24	50
1.9	426.2	26.4	56

2.7. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 514 t de arbustos frutales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 43 % (219 t); La Banda de Shilcayo el 40 % (204 t) y Morales el 18 % (91 t). Los árboles jóvenes con diámetro de 2 a 9,9 cm registraron 390,4 toneladas con un rango entre caseríos de 3,9 a 12,9 toneladas ha-1 y la media

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

por caserío de 9,5 ± 3,7 toneladas/ha (38). El 94 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene arbustos frutales; el 86 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene arbustos frutales; el 80 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene arbustos frutales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 3 t PS de arbustos frutales por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 2 t PS de arbustos frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 2 t PS de arbustos frutales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 2 t PS de arbustos frutales por hectárea (tabla 14). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m^2 en promedio, en donde existen 3 arbustos frutales (1299 arbustos frutales por hectárea), de 4,56 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m^2 en promedio, en donde existen 2,5 arbustos frutales (829 arbustos frutales por hectárea), de 4,96 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m^2 en promedio, en donde existen 2,4 arbustos frutales (854 arbustos frutales por hectárea), de 5,8 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m^2, en donde existen 2,6 arbustos frutales (994 arbustos frutales por hectárea), de 5,1 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 15).

Tabla 14. Arbustos frutales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Arbustos frutales PS ciudad t	%	% huertas con arbustos frutales	PS prom arbustos frutales ha t
Tarapoto	219	43	94	3
La Banda de Shilcayo	204	40	86	2
Morales	91	18	80	2
Total	514	100		2

Tabla 15. Número de arbustos frutales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

N° arbustos huerta	N° arbustos ha	DAP cm	M^2 huerta
3.0	1298.9	4.56	41
2.5	828.8	4.96	77
2.4	854.2	5.82	50
2.6	994.0	5.1	56

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

2.8. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 1 293 t de árboles forestales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 42 % (537 t); La Banda de Shilcayo el 8 % (101 t) y Morales el 51 % (655 t). El 44 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene árboles forestales; el 21 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene árboles forestales; el 50 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene árboles forestales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 6 t PS de árboles forestales por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 1 t PS de árboles forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 13 t PS de árboles forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 7 t PS de árboles forestales por hectárea (tabla 16). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m^2 en promedio, en donde existen 1,3 árboles frutales (149 árboles frutales por hectárea), de 16,5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m^2 en promedio, en donde existe 1 árbol frutal (22 árboles frutales por hectárea), de 17 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m^2 en promedio, en donde existen 1,2 árboles frutales (173 árboles frutales por hectárea), de 23,9 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m2, en donde existen 1,2 árboles frutales (115 árboles frutales por hectárea), de 19 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 17).

Tabla 16. Árboles forestales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Árboles forestales PS ciudad t	%	% huertas con árboles forestales	Árboles forestales PS promedio ha t
Tarapoto	537	42	44	6
La Banda de Shilcayo	101	8	21	1
Morales	655	51	50	13
Total	1293	100		7

Tabla 17. Número de árboles forestales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

N° árboles huerta	N° árboles ha	DAP cm	M^2 huerta
1.3	149	16,5	41
1.0	22	17,2	77

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

1.2	173	23,9	50
1.2	115	19,2	56

2.9. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, ostentan 411 t de arbustos forestales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 46 % (187 t); La Banda de Shilcayo el 48 % (198 t) y Morales el 6 % (26 t). El 94 % de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tiene arbustos forestales; el 79 % de las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tiene arbustos forestales; el 60 % de las huertas de los lotes urbanos de Morales tiene arbustos forestales. Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen en promedio 2 t PS de arbustos forestales por hectárea; las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen en promedio 2 t PS de arbustos forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen en promedio 1 t PS de arbustos forestales por hectárea. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 1 t PS de arbustos forestales por hectárea (tabla 18). Las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen 41 m2 en promedio, en donde existen 2,8 arbustos forestales (1 157 arbustos forestales por hectárea), de 4,7 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de La Banda de Shilcayo tienen 77 m^2 en promedio, en donde existe 1,9 arbustos forestales (661 arbustos forestales por hectárea), de 4,9 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las huertas de los lotes urbanos de Morales tienen 50 m^2 en promedio, en donde existen 2,7 arbustos forestales (247 arbustos forestales por hectárea), de 4,7 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En conjunto, las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 56 m^2, en donde existen 2,5 arbustos forestales (688 arbustos forestales por hectárea), de 4,8 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (tabla 19).

Tabla 18. Arbustos forestales en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	**Arbustos forestales PS ciudad t**	**%**	**% huertas con arbustos forestales**	**Arbustos forestales PS promedio ha t**
Tarapoto	187	46	94	2
La Banda de Shilcayo	198	48	79	2
Morales	26	6	60	1
Total	411	100		1

Tabla 19. Número de arbustos forestales por huerta, por hectárea, diámetro a la altura del pecho (DAP) y superficie promedio de las huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

N° arbustos huerta	N° arbustos ha	DAP cm	m^2 huerta
2.8	1156.6	4.71	41
1.9	661.1	4.87	77
2.7	246.7	4.74	50
2.5	688.1	4.8	56

2.10. La biomasa de las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, pesa en seco 17 746 t; de la cual, Tarapoto genera el 21 % (3 774 t PS); La Banda de Shilcayo el 20 % (3 584 t PS), y Morales el 59 % (10 418 t PS). Los componentes que conforman la biomasa en las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, son nueve (9): hierba, hojarasca, mantillo, raíces, lombrices, árboles frutales, arbustos frutales, árboles forestales, arbustos forestales. El componente que genera mayor cantidad de biomasa es el árbol frutal (86 %), El componente que genera menor cantidad de biomasa es la hierba (0,07 %). La correlación de Pearson entre carbono orgánico del suelo (CO %) y peso seco de biomasa de – 0,34, indica una correlación negativa débil, significa que, en general, a medida que el contenido de carbono orgánico en el suelo aumenta, el peso seco de la biomasa tiende a disminuir ligeramente, y viceversa. Sugiere que, aunque existe una tendencia a la relación inversa entre estas dos variables, no es muy fuerte, ni necesariamente consistente. Podría indicar que, en ciertos suelos, un mayor contenido de carbono orgánico no se traduce directamente en un mayor peso seco de la biomasa, posiblemente debido a otros factores limitantes en el suelo o en las condiciones de crecimiento que influyen en la producción de biomasa. Mientras hay una relación entre el carbono orgánico y la biomasa, no es lo suficientemente fuerte como para ser un predictor confiable del peso seco de la biomasa, solo con base en el contenido de carbono orgánico del suelo. Por su parte, la correlación entre el peso seco de hierbas y peso seco de árboles es baja de – 0,44, indica una correlación negativa moderada, significa que, en términos generales, cuando el peso seco de las hierbas aumenta, el peso seco de los árboles tiende a disminuir, y viceversa. Puede haber cierta competencia entre hierbas y árboles por recursos limitados como luz, agua y nutrientes. A medida que las hierbas se desarrollan y acumulan más biomasa, es posible que los árboles en el mismo entorno no logren desarrollar tanto peso seco, quizás debido a la competencia por estos recursos esenciales. O también indica que, a mayor peso seco de árboles menor será el peso seco de hierbas, debido a que los árboles tienen la capacidad de absorber mayor los nutrientes; y a la vez, hay marcada competencia contra las hierbas, a causa de la sombra de su follaje que, induce menor desarrollo, por ende, menor peso seco de hierbas (tabla 3). La correlación de Pearson entre la profundidad del suelo

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

(cm) y el peso seco de la biomasa tiene coeficiente – 0,13, indica una correlación negativa muy débil, significa que, a medida que la profundidad del suelo aumenta, el peso seco de la biomasa tiende a disminuir ligeramente, y viceversa. La relación entre las dos variables es mínima y que hay poca o ninguna tendencia clara de que una variable afecte significativamente a la otra. Es probable que la profundidad del suelo no sea un factor determinante en el peso seco de la biomasa. Existen otros factores: calidad del suelo, disponibilidad de nutrientes, especies de plantas, condiciones climáticas, entre otros, podrían tener un impacto mucho más significativo. Los cambios en la profundidad del suelo no predicen de manera consistente modificaciones en el peso seco de la biomasa. La correlación de Pearson entre densidad aparente (DA) del suelo y el peso seco de biomasa de 0.64, indica una correlación positiva moderada a fuerte, significa que, en general, a medida que la densidad aparente del suelo aumenta, también tiende a aumentar el peso seco de la biomasa. Sugiere que, una mayor densidad aparente del suelo está asociada con una mayor cantidad de biomasa seca. Podría deberse a que, los suelos más densos, generalmente menos porosos, pueden tener ciertas características que favorecen la retención de nutrientes o el apoyo físico necesario para el crecimiento de la biomasa, dependiendo del tipo de vegetación y condiciones específicas. Aunque también, una densidad muy alta puede ser perjudicial, limitando la infiltración de agua y el crecimiento de las raíces. Entonces, la interpretación podría variar según las condiciones específicas del suelo y las plantas involucradas (tabla 20).

Tabla 20. Biomasa en peso seco (PS) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Biomasa, componentes	Tarapoto PS t	La Banda de Shilcayo PS t	Morales PS t	Total, PS t	% PS
Hierbas	9	1	2	13	0.07
Hojarasca	39	36	31	105	0.59
Mantillo	7	12	6	24	0.14
Raíces	12	19	15	45	0.26
Lombrices	73	0	0	73	0.41
Árboles frutales	2662	3014	9593	15269	86.04
Arbustos frutales	219	204	91	514	2.90
Árboles forestales	537	101	655	1293	7.28
Arbustos forestales	187	198	26	411	2.32
Total	3744	3584	10418	17746	100.00
Porcentaje	21	20	59		
Por ha	44	29	208	281	

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

3. Almacenamiento de carbono en las huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

3.1. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, almacenan 10 561 t de carbono; el 76 % (7 982 t) corresponde a biomasa y 24 % al suelo (2 575 t). La ciudad de Tarapoto almacena el 25 % (2 589 t); La Banda de Shilcayo almacena el 24 % (2 583 t); Morales almacena el 51 % (5 389 t). La correlación entre área total de las huertas de los lotes urbanos (ha) y carbono total es – 0,96, indica una correlación negativa muy fuerte. Esto significa que, a medida que aumenta el área total del terreno, el carbono total almacenado en la biomasa y el suelo tiende a disminuir significativamente. Los terrenos más pequeños podrían estar manejados de manera más intensiva o con técnicas que, maximicen el almacenamiento de carbono, como la agroforestería o cultivos de alta densidad. En cambio, terrenos más grandes podrían no estar tan intensamente manejados o podrían incluir áreas con menos cobertura vegetal, reduciendo el carbono total. Esta correlación negativa muy fuerte sugiere que, el tamaño del terreno tiene un impacto considerable en la cantidad de carbono almacenado, posiblemente debido a las diferencias en el manejo del suelo y la vegetación entre terrenos de diferentes tamaños. La suma de carbono almacenado en una hectárea de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales alcanza a 159 t de carbono (promedio 53 t C ha-1). Una hectárea de huertas en Tarapoto almacena 30 t de C, en La Banda de Shilcayo una hectárea huertas almacena 21 t de C, en Morales una hectárea de huertas urbanas almacena 108 t de C. La suma de carbono almacenado de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales alcanza a 2,7 t de carbono (promedio 0,3 t C huerta-1). Una huerta en Tarapoto almacena 0,12 t de C, en La Banda de Shilcayo una huerta almacena 0,16 t de C, en Morales una huerta urbana almacena 0,5 t de C (tabla 21).

Tabla 21. Almacenamiento de carbono (biomasa y suelo) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	C biomasa t	C suelo t	Total, t	%	Áreas de huertas ha	C t ha	Áreas prom huertas ha	C t huerta
Tarapoto	1685	904	2589	25	85	30	0.004	0.12
La Banda de Shilcayo	1613	970	2583	24	123	21	0.008	0.16
Morales	4688	701	5389	51	50	108	0.005	0.54
Total	7986	2575	10561	100	258	159	0.017	2.67
Porcentaje	76	24	100			53	0.006	0.30

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

3.2. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, generan $104236 del almacenamiento de 10 561 t de carbono. La ciudad de Tarapoto generaría $25552 del almacenamiento de 2589 t de carbono. La Banda de Shilcayo generaría $25 495 del almacenamiento de 2 583 t de carbono. La ciudad de Morales generaría $53 189 del almacenamiento de 5 389 t de carbono (tabla 22).

Tabla 22. Valoración económica ($) del almacenamiento de carbono (biomasa y suelo) en huertas de lotes urbanos en Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales

Ciudades	Carbono t	Valor $/t *	Total $
Tarapoto	2589	9.87	25552
La Banda de Shilcayo	2583	9.87	25495
Morales	5389	9.87	53189
Total	10561		104236

Nota: * https://es.linkedin.com/pulse/evidencia-de-precios-diferenciados-en-el-mercado-2023-lic-ronny

Discusión

El mundo se está convirtiendo rápidamente en un lugar urbano; pues, se espera que, casi dos tercios de la población mundial viva en áreas urbanas en el 2025 (14). Los huertos son un componente importante del paisaje, especialmente en la ribera del río Bogacay (21). La calidad del suelo es uno de los tres componentes de la calidad ambiental, junto con la calidad del agua y el aire (22).

Los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto y de La Banda de Shilcayo tienen clase textural franca arenosa, al igual que la textura dominante de los suelos fue franco arcilloso arenoso y franco arenoso de las huertas [(20)]. Además, las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales juntos hay 47000 lotes urbanos; de los cuales, el 45 % está en Tarapoto (21 000), 34 % en La Banda de Shilcayo (16 000) y 21 % en Morales (10 000); mientras que, en España, se estima que existen más de 20 huertos urbanos [(20)]; por otro lado, en España el pH fue en general alto, entre 7,9 y 8,4, claramente carbonatado, siendo el Ca en general el catión intercambiable dominante (20), mientas que los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto tienen pH de 7,8; de La Banda de Shilcayo pH 7,5; de Morales pH de 7,3 (promedio pH = 7,5).

La materia orgánica del suelo (MOS) es fundamental para el desarrollo sostenible de agroecosistemas intensivos como los sistemas de producción de huertos [(23)], es así que los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen en promedio 2,1 % de MOS. El contenido

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

de carbono orgánico del suelo (SOC) fueron significativamente más altos en las áreas urbanas en comparación con las áreas no urbanas (3,3 sobre 2,7 %) [25], por el contrario, el área de estudio estima 1,2 %. Lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales tienen en promedio 1,4 t/m^3 de DA, mientras que, los suelos urbanos de Gran Bretaña, eran de alta calidad: baja densidad aparente (0,9 g cm−3) y alta concentración y densidad de carbono orgánico en el suelo (58 mg/g y 58 mg/cm3 la producción hortícola. La concentración de carbono orgánico en el suelo de las parcelas fue un 250 % mayor que en las tierras cultivables y hortícolas circundantes [27].

Un suelo más profundo, generalmente puede almacenar más materia orgánica y nutrientes, lo que contribuye a un mayor peso de la capa arable. Sin embargo, ocurre también que la mayoría de los suelos han perdido horizontes de suelo naturales con características morfológicas de materiales de relleno, como estructura deficiente y estratificación artificial [28], mientras que los suelos de las huertas de los lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales ostentan una profundidad promedio 6,2 cm. Por otro lado, Morales, Tarapoto y La Banda de Shilcayo tienen en promedio 53 kg PS de hierbas por hectárea, muy similar, a la biomasa más alta en 2013 el 3 de mayo (47,05 g g/m^2), y la más baja el 30 de octubre de 2015 (4,69 g/m^2) [29]. Las decisiones de gestión afectan a la vegetación urbana y podrían usarse para guiar la planificación futura de los espacios verdes urbanos en Haikou [30].

En los bosques urbanos, un proceso ecosistémico clave es la descomposición de la hojarasca, que es impulsada por la calidad de la hojarasca y la composición de la fauna de hojarasca [31]. El aumento de la producción de biomasa con abundante retención de residuos es crucial para mejorar la calidad del suelo, estabilizar el alto rendimiento y las ganancias económicas, lo que respalda la hipótesis ecológica del "sistema de cultivo de alta biomasa" [32]. Un dato importante encontramos en las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, que tienen en promedio 451 kg PS de hojarasca por hectárea. Asimismo, el mantillo mejora la salud del suelo y las funciones a través de las cuales se puede restaurar la degradación del suelo [33], la realidad del estudio no está lejos, por ejemplo, Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 96 kg PS de mantillo por hectárea.

En cuanto a la variación en la biomasa y distribución de las raíces también puede explicarse por las diferencias en el entorno del suelo y las posiciones topográficas [34]. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 196 kg PS de raíces por hectárea. En cambio, a nivel mundial, la distribución de biomasa de raíces y brotes es una estrategia adaptativa clave para que las plantas de los ecosistemas terrestres mejoren su capacidad de secuestro de

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

carbono [35]. La eficiencia de la descomposición de los residuos orgánicos durante el vermi compostaje se ve afectada directamente por la biomasa y la estructura poblacional de las lombrices de tierra [36]. Las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, tienen en promedio 284 kg PS de lombrices por hectárea. En ese sentido, los efectos directos de la presencia de lombrices en las plantas disminuyen durante la sucesión debido a los efectos acumulativos de la actividad de las lombrices en las condiciones del suelo [37]. La biomasa total de árboles con diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm ascendió a 1 081,7 toneladas, varió entre caseríos de 10,1 a 66,7 toneladas ha-1 y la media por caserío de 26,4 ± 9,9 toneladas/ha [38], es así que, las huertas de los lotes urbanos estudiados tienen en promedio 1,9 árboles frutales (426 árboles frutales por hectárea), de 26,4 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP).

Por su parte, el secuestro total de CO_2 en forma de reservas de carbono fue de 18 769,46 Mg C/ha, siendo Manilkara hexandra (1 239,20 Mg C/ha), Ficus benghalensis (1072,24 Mg C/ha), Kigelia pinnata (989,89 Mg C/ha) y Lagerstroemia floribunda (716,88 Mg C/ha) los principales contribuyentes [6], a su vez, las huertas de los lotes urbanos estudiados, en conjunto, ostentan 1 293 t de árboles forestales en peso seco (PS); de los cuales, Tarapoto tiene el 42 % (537 t); La Banda de Shilcayo el 8 % (101 t) y Morales el 51 % (655 t). La productividad de los árboles urbanos es un componente clave de la energía de los ecosistemas urbanos y se ha identificado como una posible vía para reducir las concentraciones globales de gases de efecto invernadero [4]. Los usos de suelo urbano contenían menos de la mitad de la biomasa de las extensiones forestales adyacentes con una densidad de biomasa media a nivel de parcela de 33,5 ± 8,0 Mg C/ha [39]. La biomasa de las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, pesa en seco 17 746 t. Sobre la base de un rendimiento anual de 10 Mg (megagramo=t)/ha de materia seca, se estima que se podrían recolectar 164 millones de Mg de material de biomasa seca en los EE. UU. de áreas urbanas plantadas [40]. Pues, algunos sistemas agroforestales basados en frutas en los trópicos secuestran entre 1,5 y 3,5 Mg C/ha año −1 equivalente a 5,5 a 13 Mg de CO_2 eq/ha año −1 [38] [41]. Las reservas totales de carbono sobre el suelo fueron de 540,9 toneladas para los árboles con un rango entre caseríos de 5,1 a 33,4 toneladas/ha, y una media por caserío de 13,2 ± 4,9 toneladas/ha [38]. El componente que genera menor cantidad de biomasa es la hierba (0,07 %). Con respecto a los árboles forestales, en la gestión de la silvicultura urbana, dos operaciones principales pueden proporcionar grandes cantidades de biomasa de madera: la tala y la poda de árboles [42].

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

El conocimiento sobre la capacidad de los árboles y los suelos para almacenar carbono en los parques urbanos, especialmente en las latitudes septentrionales, es escaso [43]. El almacenamiento de carbono sobre y bajo el suelo para Noida es de 23,95 t/ha. El almacenamiento de carbono en la ciudad aumentó entre 2011 y 2019 en aproximadamente un 67% [44]. Las áreas urbanas aportan menos del 3 % de la superficie terrestre mundial, pero son responsables del 78 % de las emisiones de carbono, del 60 % del uso residencial de agua y del 76 % de la madera utilizada para fines industriales. Singh y otros, 2010) [14]. El elevado nivel de gases de efecto invernadero (GEI) y, en especial, de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera exige la adopción urgente de medidas para el secuestro de carbono con el fin de mitigar el cambio climático [5] [41]. La suma de carbono almacenado de huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales alcanza a 2,7 t de carbono (promedio 0,3 t C huerta^{-1}). En Gran Bretaña, de hecho, las parcelas albergan una pequeña reserva de carbono que antes no se contabilizaba a nivel nacional. Las tierras urbanas para la horticultura son una parte vital del paisaje urbano con suelos que funcionan de manera eficaz y que deben protegerse [27]. Los bosques urbanos tenían diferentes métricas del paisaje entre los distintos tipos de bosques, distritos administrativos y gradientes urbano-rurales; y que, estas diferencias estaban estrechamente asociadas con el secuestro de carbono forestal en la biomasa y los suelos [45]. Sin embargo, la eficiencia del secuestro de carbono por parte de los diferentes cultivos frutales y sus sistemas de manejo puede variar debido a sus patrones de crecimiento y desarrollo, comportamiento fisiológico, acumulación de biomasa y factores ambientales [46].

El almacenamiento y secuestro de carbono es uno de los servicios más importantes que brindan los ecosistemas forestales, las herramientas más poderosas para la mitigación y adaptación al cambio climático [47]. Las reservas totales de carbono, el secuestro de CO_2 y los créditos de carbono para los siete tratamientos variaron de 16,57 a 64,6 t ha^{-1}, 60,8 a 237,3 t ha^{-1} y 3 040,8 a 11 863,9 US$ ha^{-1}, respectivamente [48]. Las huertas de los lotes urbanos de las ciudades de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, en conjunto, generan $10 4236 del almacenamiento de 10 561 t de carbono. Los resultados pueden contribuir al desarrollo de una bioeconomía circular para el biocarbón y la biomasa de huertos en la región de estudio y en otras partes del mundo [49].

Conclusiones

- La superficie promedio conjunta de una huerta de los lotes urbanos de las tres ciudades es 56 metros cuadrados (m2); siendo las huertas de Tarapoto de 41 m^2, de La Banda de Shilcayo 77 m^2 y de Morales 50 m .

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

- La suma de las huertas de los lotes urbanos de las tres ciudades: Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales, es de 258 has; de las cuales, el 33 % corresponde a Tarapoto (85 has); el 48 % a La Banda de Shilcayo (123 has) y el 19 % a Morales (50 has).
- La biomasa promedio general en peso seco es 17 746 t. La correlación de Pearson entre carbono orgánico (CO %) y peso seco de biomasa es de - 0,3, negativa débil.
- El 76 % del carbono es de biomasa; y, el 24 % del suelo, generando $10 4236, de 10 561 t de carbono.

Contribuciones de autor: Conceptualización, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Jorge Max Navarro-Reátegui; metodología, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Karina Milagros Ordóñez Ruiz; software, Jorge Max Navarro- Reátegui; validación, Ana Noemí Sandoval-Vergara, Karla Luz Mendoza-López y Karina Milagros Ordóñez Ruiz; análisis formal, X.X.; investigación, Luis Alberto Ordóñez Sánchez; recursos, Jorge Max Navarro- Reátegui; curación de datos, Karina Milagros Ordóñez Ruiz; Escritura: preparación del borrador original, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Jorge Max Navarro- Reátegui; Redacción: revisión y edición, Luis Alberto Ordóñez Sánchez y Karina Milagros Ordóñez Ruiz; visualización, Karina Milagros Ordóñez Ruiz; supervición, Luis Alberto Ordóñez Sánchez; administración de proyectos, Jorge Max Navarro- Reátegui; adquisición de financiación, Jorge Max Navarro- Reátegui.

Financiación: "Esta investigación no recibió financiación externa".

Declaración del Comité de Revisión Institucional: "No corresponde".

Declaración de consentimiento informado: "No corresponde"

Conflictos de interés: “Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés”.

Referencias

1. Ritchie H, Samborska V, Roser M. Urbanization. Our World Data [Internet]. 23 de febrero de 2024 [citado 4 de septiembre de 2024]; Disponible en: https://ourworldindata.org/urbanization
2. Matiza C, Mutanga O, Peerbhay K, Odindi J, Lottering R. Assessing above-ground biomass in reforested urban landscapes using machine learning and remotely sensed data. J Spat Sci. mayo de 2024;0(0):1-27.
3. Kim J, Kang Y, Kim D, Son S, Kim EJ. Carbon Storage and Sequestration Analysis by Urban Park Grid Using i-Tree Eco and Drone-Based Modeling. Forests. abril de 2024;15(4):683.
4. Jenerette GD, Herrmann DL. A global synthesis of reported urban tree carbon production rates and approaches. Front Ecol Evol [Internet]. 10 de enero de 2024 [citado 13 de septiembre de 2024];11. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2023.1244418/full
5. Timilsina N, Staudhammer CL, Escobedo FJ, Lawrence A. Tree biomass, wood waste yield, and carbon storage changes in an urban forest. Landsc Urban Plan. 1 de julio de 2014;127:18-27.

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

6. Sharma S, Hussain S, Kumar P, Singh A. Urban trees' potential for regulatory services in the urban environment: an exploration of carbon sequestration. Environ Monit Assess. 3 de mayo de 2024;196.
7. Bitew Sewagegn G, Fikir Abate D. Church Forests Diversity and Biomass Carbon Stock along Urbanization Continuum in Dangila District, Awi-Zone, Ethiopia. Int J For Res. 2024;2024(1):6635230.
8. Tran NS, Doan C. Above Ground Biomass and Carbon Sequestration of Urban Green Spaces in Danang City, Vietnam. Asian J Biol. 4 de mayo de 2024;20:1-8.
9. Atchadé AJ, Kanda M, Folega F, Diouf AA, Agbahoungba S, Dourma M, et al. Urban Flora Structure and Carbon Storage Potential of Woody Trees in Different Land Use Units of Cotonou (West Africa). Urban Sci. diciembre de 2023;7(4):106.
10. Arratia ALD, Ribeiro AP, Quaresma CC, Rodrigues EA, Lucca EF de, Camargo PB de, et al. Structure And Biomass Analysis Of Urban Vegetation In Squares Of Santa Cecília District, São Paulo, SP. Rev Árvore. 28 de septiembre de 2020;44:e4417.
11. Zhang Z, Gao X, Zhang S, Gao H, Huang J, Sun S, et al. Urban development enhances soil organic carbon storage through increasing urban vegetation. J Environ Manage. 15 de junio de 2022;312:114922.
12. Du J, Yu M, Cong Y, Lv H, Yuan Z. Soil Organic Carbon Storage in Urban Green Space and Its Influencing Factors: A Case Study of the 0–20 cm Soil Layer in Guangzhou City. Land. septiembre de 2022;11(9):1484.
13. Yang Guo, Jiatong Han, Haijun Bao, Yuzhe Wu, Liyin Shen, Xiangrui Xu, et al. A systematic analysis and review of soil organic carbon stocks in urban greenspaces. Sci Total Environ. 20 de octubre de 2024;948:174788.
14. Pradhan R, Sarkar B, Shukla G, Manohar. K A, Tamang M, . V, et al. Biomass carbon and soil nutrient status in urban green sites at foothills of eastern Himalayas: Implication for carbon management. Curr Opin Environ Sustain. 12 de junio de 2022;4:100168.
15. Shamsipour A, Heidari H, Avatefi R. Estimating of the climate effects of urban gardens with an emphasis on carbon sequestration in Shiraz, Iran. Int J Environ Sci Technol. 23 de noviembre de 2023;21.
16. Ordóñez-Ruiz KM, Ordóñez-Sánchez LA. Almacenamiento de biomasa y carbono en huertas urbanas de Yantaló, Perú. Rev Amaz Cienc Ambient Ecológicas. 20 de julio de 2022;1(2):e352-e352.
17. Hernández Vásquez E, Campos Ángeles GV, Enríquez del Valle JR, Rodríguez-Ortiz G, Velasco Velasco VA. Captura de carbono por Inga jinicuil Schltdl: En un sistema agroforestal de café bajo sombra. Rev Mex Cienc For. febrero de 2012;3(9):11-21.
18. Zavala W, Merino E, Peláez P. Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono. Sci Agropecu. octubre de 2018;9(4):493-501.
19. Ahmed N, Al-Mutairi KA. Earthworms Effect on Microbial Population and Soil Fertility as Well as Their Interaction with Agriculture Practices. Sustainability. enero de 2022;14(13):7803.

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

20. Dondini C, Úbeda X, Certini G, Francos M. Soil quality in the urban gardens of Barcelona (Spain). J Soils Sediments. 1 de abril de 2024;24(4):1652-64.
21. Erdogan R, Mansuroglu S, Oktay E. Importance of orchards in urban planning according to landscape management in Mediterranean: the case of Kon- yaalti region. 2013.
22. Simon T, Moretti M, Le Bayon RC, Mäder P, Zanetta A, Frey D, et al. Urban Soil Quality Assessment—A Comprehensive Case Study Dataset of Urban Garden Soils. Front Environ Sci. 13 de noviembre de 2018;6.
23. Fan Y, Zhang Y, Kalkhajeh YK, Hu W, Tian K, Yu D, et al. Effective indicators and drivers of soil organic matter in intensive orchard production systems. Soil Tillage Res. 1 de mayo de 2024;238:105999.
24. Scharenbroch BC, Lloyd JE, Johnson-Maynard JL. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. Pedobiologia. 1 de agosto de 2005;49(4):283-96.
25. Vasenev VI, Stoorvogel JJ, Vasenev II. Urban soil organic carbon and its spatial heterogeneity in comparison with natural and agricultural areas in the Moscow region. CATENA. 1 de agosto de 2013;107:96-102.
26. K Oorts, B Vanlauwe, R Merckx. Cation exchange capacities of soil organic matter fractions in a Ferric Lixisol with different organic matter inputs. Agric Ecosyst Environ. 1 de diciembre de 2003;100(2-3):161-71.
27. Dobson MC, Crispo M, Blevins RS, Warren PH, Edmondson JL. An assessment of urban horticultural soil quality in the United Kingdom and its contribution to carbon storage. Sci Total Environ. 10 de julio de 2021;777:146199.
28. Jim CY. Urban soil characteristics and limitations for landscape planting in Hong Kong. Landsc Urban Plan. 1 de mayo de 1998;40(4):235-49.
29. Rawlik K, Rawlik M, Jagodziński AM. Seasonal dynamics of herbaceous layer biomass and its contribution to annual net primary production in an oak–hornbeam forest. For Ecol Manag. 15 de septiembre de 2023;544:121195.
30. Zhang H, Nizamani MM, Padullés Cubino J, Guo LY, Zhou JJ, Wang HF. Spatiotemporal Variation of Urban Plant Diversity and above Ground Biomass in Haikou, China. Biology. 14 de diciembre de 2022;11:1824.
31. Meyer S, Rusterholz HP, Salamon JA, Baur B. Leaf litter decomposition and litter fauna in urban forests: Effect of the degree of urbanisation and forest size. Pedobiologia. 1 de noviembre de 2019;78:150609.
32. Kurmangozhinov A, Xue W, Li X, Zeng F, Sabit R, Tusun T. High biomass production with abundant leaf litterfall is critical to ameliorating soil quality and productivity in reclaimed sandy desertification land. J Environ Manage. 1 de junio de 2020;263:110373.
33. Bogunović I, Filipović V. Mulch as a nature-based solution to halt and reverse land degradation in agricultural areas. Curr Opin Environ Sci Health. 1 de agosto de 2023;34:100488.
34. Carvalho JI, Carayugan MB, Tran LTN, Hernandez JO, Youn WB, An JY, et al. Variation in Root Biomass and Distribution Based on the Topography, Soil Properties, and Tree Influence Index: The Case of Mt. Duryun in Republic of Korea. Plants. enero de 2024;13(10):1340.

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

35. Qi Y, Wei W, Chen C, Chen LD. Plant root-shoot biomass allocation over diverse biomes: A global synthesis. Glob Ecol Conserv. 1 de abril de 2019;18:e00606.
36. Zhou B, Chen Y, Zhang C, Li J, Tang H, Liu J, et al. Earthworm biomass and population structure are negatively associated with changes in organic residue nitrogen concentration during vermicomposting. Pedosphere. 1 de junio de 2021;31(3):433-9.
37. Mudrák O, Frouz J. Earthworms increase plant biomass more in soil with no earthworm legacy than in earthworm-mediated soil, and favour late successional species in competition. Funct Ecol. 2018;32(3):626-35.
38. Susanto D, Kartawinata K, Nisyawati. Carbon Potentials in Biomass of Fruit Trees in Home Gardens in the Bogor Regency, West Java. J Trop Ethnobiol. 22 de julio de 2021;4:118-29.
39. Briber BM, Hutyra LR, Reinmann AB, Raciti SM, Dearborn VK, Holden CE, et al. Tree Productivity Enhanced with Conversion from Forest to Urban Land Covers. PLoS ONE. 24 de agosto de 2015;10(8):e0136237.
40. Springer T. Biomass yield from an urban landscape. Biomass Bioenergy. 1 de febrero de 2012;37:82-7.
41. Sahoo UK, Nath AJ, Lalnunpuii K. Biomass estimation models, biomass storage and ecosystem carbon stock in sweet orange orchards: Implications for land use management. Acta Ecol Sin. 1 de febrero de 2021;41(1):57-63.
42. Biocca M, Gallo P, Sperandio G. Potential Availability of Wood Biomass from Urban Trees: Implications for the Sustainable Management of Maintenance Yards. Sustainability. enero de 2022;14(18):11226.
43. Lindén L, Riikonen A, Setälä H, Yli-Pelkonen V. Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. Urban For Urban Green. 1 de marzo de 2020;49:126633.
44. Richa Sharma, Lolita Pradhan, Kumari Maya, Producto Bhattacharya, Varun Narayan Mishra, Deepak Kumar. Tierra | Texto completo gratuito | Evaluación espacio-temporal del almacenamiento de carbono urbano y su dinámica utilizando el modelo InVEST [Internet]. 2024 [citado 15 de septiembre de 2024]. Disponible en: https://www.mdpi.com/2073-445X/13/9/1387
45. Lv H, Wang W, He X, Wei C, Xiao L, Zhang B, et al. Association of urban forest landscape characteristics with biomass and soil carbon stocks in Harbin City, Northeastern China. PeerJ. 29 de octubre de 2018;6:e5825.
46. Sharma S, Rana VS, Prasad H, Lakra J, Sharma U. Appraisal of Carbon Capture, Storage, and Utilization Through Fruit Crops. Front Environ Sci [Internet]. 2021 [citado 26 de agosto de 2023];9. Disponible en: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.700768
47. Pache RG, Abrudan IV, Niță MD. Economic Valuation of Carbon Storage and Sequestration in Retezat National Park, Romania. Forests. enero de 2021;12(1):43.
48. Gupta H, Sanodiya P, Singh A, Dogra R. Land-use systems for biomass, carbon storage, and carbon credit: implications for climate change mitigation in subtropical pockets of Vindhyan region, India. Biofuels Bioprod Biorefining. 10 de julio de 2024;18:n/a-n/a.

ISSN 1390-9355
Vol. 10. No. 1 2025
https://revistabionatura.org/

49.Nematian M, Keske C, Ng'ombe JN. A techno-economic analysis of biochar production and the bioeconomy for orchard biomass. Waste Manag. 1 de noviembre de 2021; 135:467-77.

| ***Received:*** *[15 enero 2025]* | ***Accepted:*** *[12 febrero 2025]* | ***Published:*** *[15 marzo 2025]* |

Citation: Ordóñez-Sánchez, L. Ordóñez-Ruiz, K., Sandoval-Vergara, A., Navarro- Reátegui, J., Mendoza-López, K. Almacenamiento de carbono en huertas de lotes urbanos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo y Morales. 2025. Volumen 10, (No 1). DOI: 10.70373/RB/2025.10.01.14

Peer review information: Bionatura thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work using https://reviewerlocator.webofscience.com/

All articles published by Bionatura Journal are freely and permanently accessible online immediately after publication, without subscription charges or registration barriers.

Publisher's Note: Bionatura stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)