

## Efecto de diferentes dosis de abonamiento orgánico de fondo en el crecimiento y desarrollo de *Swietenia macrophylla* y *Myroxylon balsamum* en el VRAEM, Perú

Effect of different doses of initial organic fertilization in the growth and development of *Swietenia macrophylla* King and *Myroxylon balsamum* (L.) Harms in the VRAEM, Peru

<sup>1</sup>Héctor Huamán Yaurivilca

### RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y desarrollo de *Swietenia macrophylla* y *Myroxylon balsamum* a diferentes dosis de abonamiento orgánico de fondo en el VRAEM, región Cusco. El diseño estadístico es un DBCA con 4 repeticiones y 10 tratamientos ( $T_1 = 0$  kg,  $T_2 = 0$  kg,  $T_3 = 1.5$  kg,  $T_4 = 1.5$  kg,  $T_5 = 3.0$  kg,  $T_6 = 3.0$  kg,  $T_7 = 4.5$  kg,  $T_9 = 4.5$  kg,  $T_{10} = 6.0$  kg y  $T_{11} = 6.0$  kg). Los plántones fueron trasladados a la parcela de evaluación con un rango de altura de 20 a 30 cm. Los resultados, al momento de la evaluación, no mostraron diferencias significativas en altura (m), diámetro al ras del suelo (cm) y dosis de abonamiento orgánico de fondo en ninguna de las especies forestales. Sin embargo, con  $T_7$  se obtuvo un mayor crecimiento en altura en *S. macrophylla* (2.1 m), comparado con  $T_1$  (1.5 m) y  $T_{11}$  (1.3 m); para *M. balsamum*, el mayor crecimiento se obtuvo con  $T_{10}$  (1.0 m), y el menor con  $T_2$  (0.5 m). En lo que respecta al porcentaje de sobrevivencia, los plántones de *S. macrophylla* tuvieron una supervivencia de 97% con  $T_3$  y  $T_5$ , y el menor fue de 56 % con  $T_7$ . En el caso de *M. balsamum* se obtuvo una mayor sobrevivencia con  $T_2$  (93 %), y la menor sobrevivencia fue con  $T_{10}$  (56 %).

**Palabras clave:** Abono orgánico, crecimiento y desarrollo, propiedades del suelo, *Myroxylon balsamum*, plantaciones forestales, *Swietenia macrophylla*.

### ABSTRACT

The growth and development of *Swietenia macrophylla* and *Myroxylon balsamum* at different doses of initial organic fertilization in the VRAEM, Cusco, were assessed. The statistical design was a RCBD with 4 repetitions and 10 treatments ( $T_1 = 0$  kg,  $T_2 = 0$  kg,  $T_3 = 1.5$  kg,  $T_4 = 1.5$  kg,  $T_5 = 3.0$  kg,  $T_6 = 3.0$  kg,  $T_7 = 4.5$  kg,  $T_9 = 4.5$  kg,  $T_{10} = 6.0$  kg y  $T_{11} = 6.0$  kg). The seedlings were moved to the plot with an average height range of 20 to 30 cm. The results, at the moment of the assessment, did not show significant differences in height (m), diameter at ground level (cm) and dose of organic fertilizer in the two forest species. However,  $T_7$  showed the highest growth in height for *S. macrophylla* (2.1 m), compared with  $T_1$  (1.5 m) and  $T_{11}$  (1.3 m). In the case of *M. balsamum*, the greatest growth was obtained with  $T_{10}$  (1.0 m), and the lowest, with  $T_2$  (0.5 m). Regarding to survival percentage, the highest survival for *S. macrophylla* was 97 %, with  $T_3$  and  $T_5$ , and the lowest was 56 % with  $T_7$ . In the case of *M. balsamum*, the greatest survival was obtained with  $T_2$  (93 %), and the lowest

survival (56 %) with T<sub>10</sub>.

**Key words:** Organic fertilizer, growth and development, soil properties, *Myroxylon balsamum*, forestry plantations, *Swietenia macrophylla*.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación Experimental Agraria Perla del VRAEM. Av. Libertad, Cusco - Perú.

## INTRODUCCIÓN

La instalación de plantaciones forestales en el ámbito del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) se realiza de manera convencional, donde el suelo que fue retirado del hoyo vuelve a ser colocado alrededor del plantón. Sin embargo, en esta zona del Perú, dicho suelo tiene una nula o escasa concentración de materia orgánica y de macro y micronutrientes (Villagaray, 2014; Bedoya *et al.*, 2017), lo cual puede afectar severamente a otras propiedades del suelo, como las físicas y las biológicas (Orozco *et al.*, 2016; Federer *et al.*, 1993). Finalmente, estos problemas se traducirán en el crecimiento defectuoso de la planta de forma achaparrada y con abundantes ramas laterales.

Es importante destacar las funciones de la materia orgánica del suelo (MOS), las cuales están relacionadas positivamente con la productividad forestal (Oldfield *et al.*, 2017). En todos los casos, la MOS influirá en la productividad al mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas, favoreciendo así el crecimiento de las plantas (Murray *et al.*, 2011). De esta manera, la fortaleza de la relación entre la MOS y la productividad forestal tienen implicaciones importantes para el logro de la sostenibilidad forestal (Palma, 2016; Soka & Ritchie, 2016).

En ese contexto, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar

el efecto de diferentes dosis de abonamiento orgánico de fondo en el crecimiento en altura y diámetro y desarrollo, en función del porcentaje de sobrevivencia, de *Swietenia macrophylla* King y *Myroxylon balsamum* (L.) Harms en el VRAEM.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con motivo del presente estudio, se instalaron dos especies forestales de importancia económica en el Centro Experimental Samaniato, parte de la Estación Experimental Agraria de INIA “Perla del VRAEM”, ubicado en el distrito de Kimbiri, provincia de la Convención, región Cusco. La temperatura media anual en la zona es de 26°C a 27°C, y la humedad relativa promedio alcanza el 85 %. La precipitación media anual es de 2143 mm.

El área experimental presenta una topografía plana, con predominio de gramíneas como *Panicum maximum*, campanilla (*Convolvulus sp*) y arrocillo (*Rottboellia exaltata*), así como leguminosas como el kudzu (*Pueraria phaseoloides*). La zona de vida corresponde al Bosque Húmedo Premontano Sub Tropical (bh-PMST) donde anteriormente existía vegetación arbórea muy tupida, la cual ha sido rozada y quemada para su transformación en campos de coca (*Erythroxylum coca*) de manera indiscriminada (Villagaray, 2014).

La plantación experimental se estableció en el mes de febrero de 2017, para lo cual se seleccionaron plántulas forestales de caoba (*Swietenia macrophylla*) y kinacho (*Myroxylon balsamum*) de entre 20 y 30 cm de altura con el mejor estado de sanidad y vigorosidad para ser trasladados a campo definitivo. La preparación del terreno consistió en una limpieza general, seguida del marcado a través del método “3-4-5” y el estaqueado lineal a 3 x 3 m, donde se llevó a cabo la apertura de hoyos. Los hoyos se abrieron de forma manual con dimensiones de 30 cm de ancho x 30 cm de longitud x 30 cm de profundidad. Luego se procedió a colocar el abono orgánico enriquecido en el fondo del hoyo, ubicando luego la planta al centro del mismo para incorporar más abono orgánico, apelmazándola con el fin de evitar bolsas de aire en el interior del hoyo.

El diseño experimental corresponde a un DBCA de 10 tratamientos y 4 repeticiones, donde cada tratamiento cuenta con 12 plantas, haciendo un total de 240 plantas por especie (figura 1). El modelo utilizado para el análisis estadístico se define como:  $Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$ .  $i = 1, \dots, t$   $j = 1, \dots, b$  donde:  $Y_{ij}$  = Variable respuesta (altura, diámetro y supervivencia);  $u$  = media general;  $T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento;  $B_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque y  $E_{ij}$  = error experimental en la unidad  $j$  del tratamiento  $i$ .

El análisis de varianza (ANVA) se ejecutó en Infostat. Cuando se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ), se realizaron las pruebas de comparación de medias de Tukey.

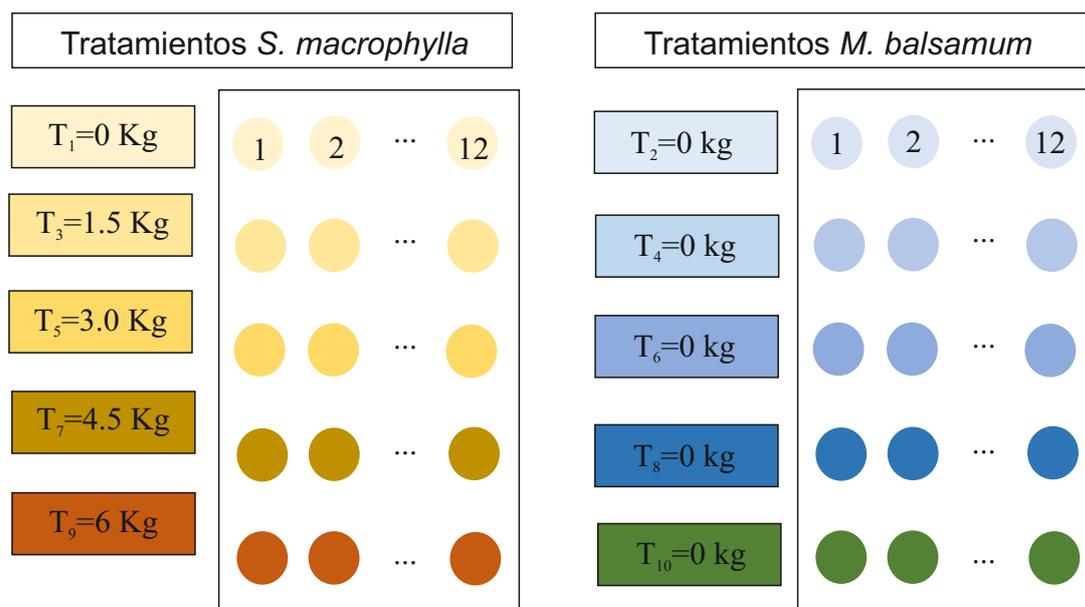


Figura 1. Diseño experimental para las evaluaciones en *S. macrophylla* y *M. balsamum*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Crecimiento en altura y diámetro al ras del suelo*

Al analizar la comparación las medias de altura (figura 2) y diámetro al ras del suelo (figura 3) de *Swietenia macrophylla* (caoba), se observa que el mayor valor de

altura y DARs se viene obteniendo con T<sub>7</sub> (4.5 kg de abono orgánico), con una altura promedio de 2.15 m y un DARs de 3.48 cm, en contraste con T<sub>1</sub> y T<sub>9</sub>, los cuales muestran una altura promedio de 1.45 m y 1.29 m, respectivamente, y con valores de DARs en T<sub>3</sub> de 1.95 cm y en T<sub>1</sub> de 2.15 cm.

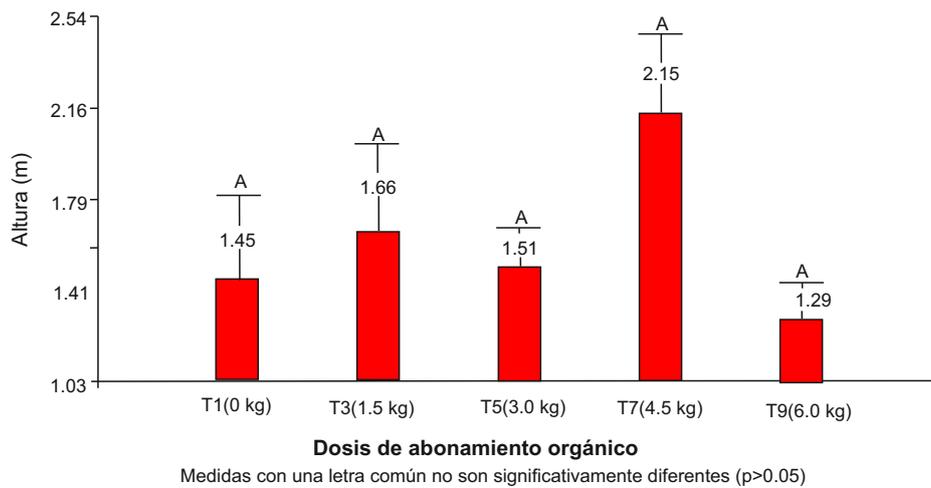


Figura 2. Crecimiento de altura (m) de *Swietenia macrophylla* (caoba) a 19 meses de edad bajo distintas dosis de abonamiento orgánico.

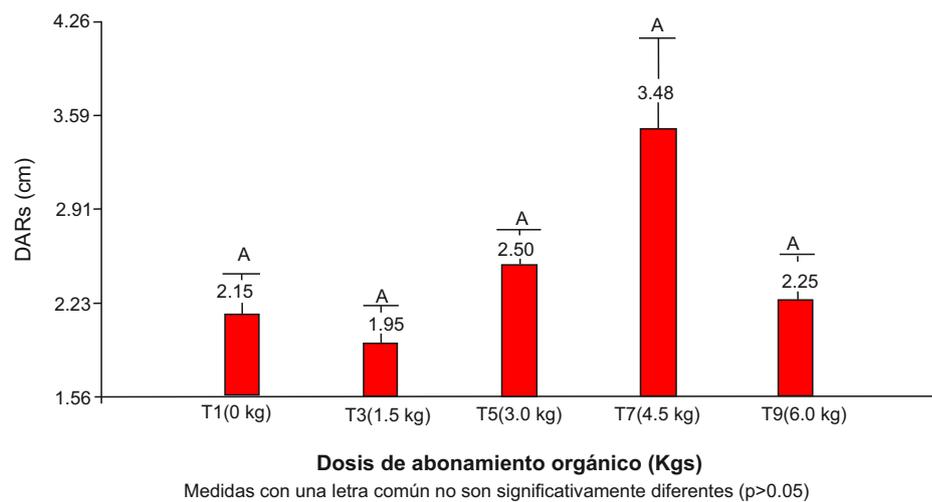


Figura 3. Crecimiento de diámetro al ras del suelo (cm) de *Swietenia macrophylla* (caoba) a 19 meses de edad bajo distintas dosis de abonamiento orgánico.

Estos resultados no muestran diferencias significativas en la prueba de Tukey ( $p > 0.05$ ) con respecto a todos los tratamientos; sin embargo, es importante resaltar que T<sub>0</sub> hasta el momento presenta el menor crecimiento en altura y uno de los menores crecimientos en diámetro al ras del suelo, pese a que cuenta con la mayor cantidad de abono orgánico. Esto se atribuye a que, a pesar de que el aumento de la MOS sin duda mejora las propiedades físicas del suelo, el efecto de los nutrientes agregados, esencialmente el

nitrógeno, es un factor dominante que afecta el crecimiento de los árboles y plantas en muchos casos (Harrison *et al.* 1996; Chrysargyris *et al.*, 2016). Entonces, es probable que el exceso de nitrógeno esté limitando de esta forma el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Respecto a los promedios de crecimiento en altura de *Myroxylum balsamum*, estos son presentados en la figura 4; y en la figura 5, el crecimiento del diámetro al ras del suelo.

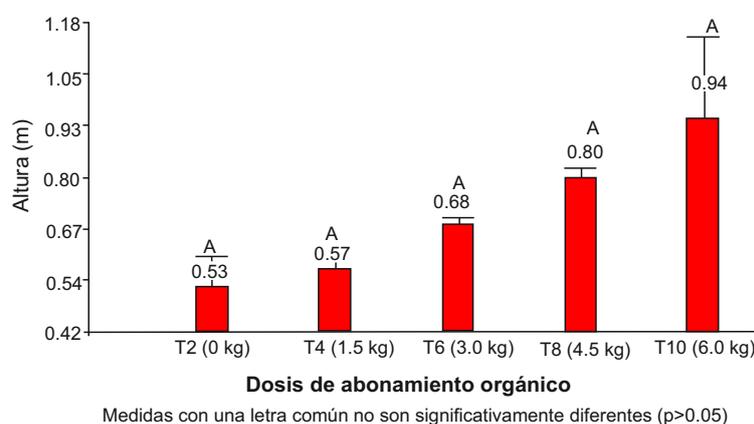


Figura 4. Crecimiento de altura (m) de *Myroxylum balsamum* (kinacho) a 19 meses de edad bajo distintas dosis de abonamiento orgánico.

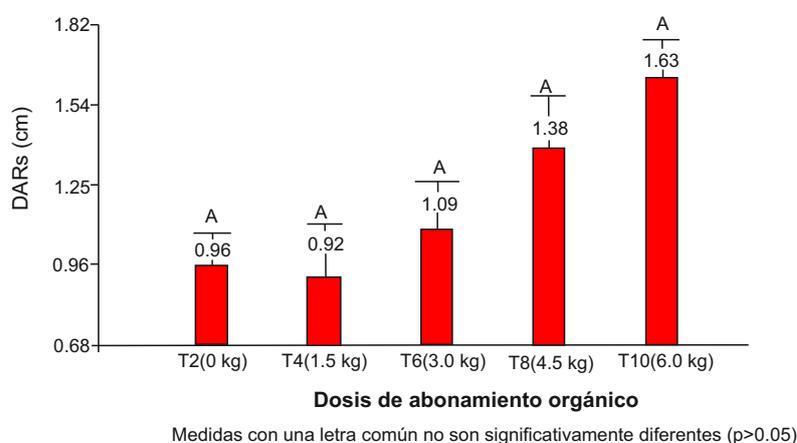


Figura 5. Crecimiento de diámetro al ras del suelo (cm) de *Myroxylum balsamum* (kinacho) a 19 meses de edad bajo distintas dosis de abonamiento orgánico.

Se observa que el mayor valor de altura y DARs se obtiene con T<sub>10</sub>, con una altura promedio de 0.94 m y un DARs de 1.63 cm, en comparación a T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub>, con alturas promedio de 0.53 m y 0.57 m, y DARs promedio de 0.96 cm y 0.92 cm, respectivamente.

Estos resultados tampoco presentaron pruebas significativas en la prueba de Tukey ( $p > 0.05$ ) con respecto a todos los tratamientos. En este caso, T<sub>10</sub> (6.0 kg de abono orgánico) viene obteniendo hasta el momento el mayor crecimiento en altura y diámetro al ras del suelo.

Lo anterior es atribuido a la función desplegada por el abono orgánico en la permeabilidad del suelo, infiltración, conservación de humedad, existencia de organismos del suelo y suministro de nutrientes en beneficio de las plantas (Palma, 2016). Por su parte, Feagley *et al.* (1994) mencionan que las enmiendas orgánicas a partir de astillas de madera, aserrín, etc., generalmente aumentan y sostienen la productividad de los árboles y forrajes en mayor medida que los fertilizantes inorgánicos. A esto se suma lo mencionado por Harrison *et al.* (1995) y Soka & Ritchie (2016), quienes indican que existen efectos positivos de las enmiendas orgánicas en las propiedades del suelo, como la disponibilidad y retención de agua, la agregación y la retención de nutrientes.

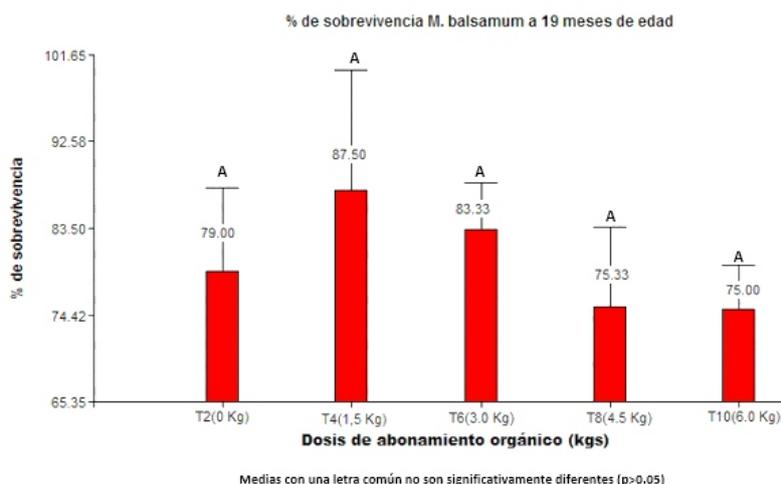
### ***Sobrevivencia***

Con respecto a las medias del porcentaje de sobrevivencia de *S. macrophylla* y *M.*

*balsamum*, se observa en la Figura 6 que la mayor sobrevivencia se viene obteniendo con T<sub>4</sub> (87.5 %) en *S. macrophylla*, comparativamente a T<sub>10</sub> (75.0 %). Para el caso de *M. balsamum*, la mayor sobrevivencia corresponde a T<sub>5</sub> (97.3 %), en contraste con T<sub>10</sub> (81.25 %), como se muestra en la Figura 7. No existen diferencias significativas en la prueba de Tukey ( $p > 0.05$ ) con respecto a todos los tratamientos y a las especies; sin embargo, se debe resaltar como el T<sub>10</sub> con 6.0 kg de abono orgánico obtiene hasta el momento el menor valor de porcentaje de sobrevivencia en ambas especies pese a que cuenta con la mayor cantidad de abono orgánico.

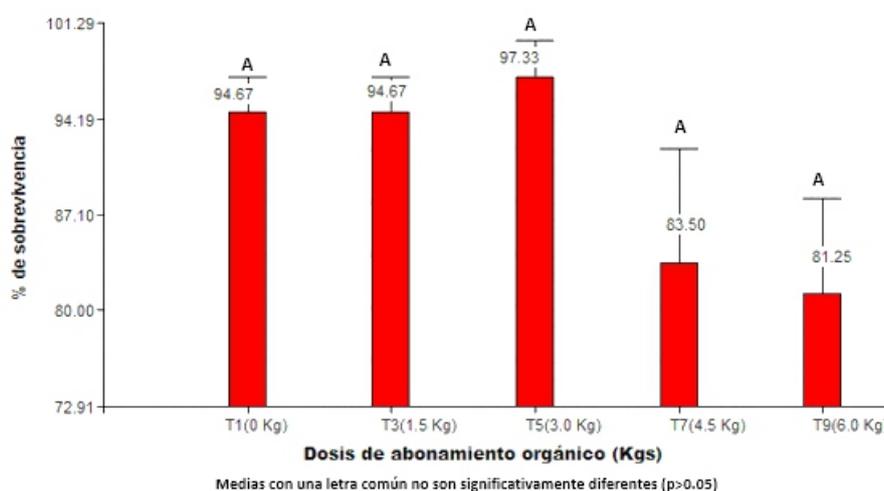
### ***Estado fitosanitario de Swietenia macrophylla***

Respecto al estado fitosanitario de *S. macrophylla*, el principal agente de ataque a esta especie fue la mariposa *Hypsiphylla grandella* con un 37.7% seguido del ataque de hormigas del “coqui” (*Atta cephalotes*), con un 26.2%. La mayor intensidad de ataque fue a las plantas que se encuentran a campo abierto, comparado a las plantas que se encuentran asociadas con un cultivo de palto de aproximadamente 6 años de edad, donde *S. macrophylla* se encuentra en forma intercalada y en poca proporción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Porcentaje de sobrevivencia de *Swietenia macrophylla* a 19 meses de edad.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia de *Myroxylon balsamum* a 19 meses de edad.

## CONCLUSIONES

A 19 meses de edad, se viene obteniendo el mayor crecimiento en altura de *S. macrophylla* de 2.15 m de altura con  $T_5$ , así como de DARs, con 3.48 cm.

El mayor crecimiento en altura para *M. balsamum* se viene obteniendo por  $T_{10}$  (0.94 m), al igual que el crecimiento en DARs (1.63 cm). El mayor porcentaje de sobrevivencia para *S. macrophylla* a 19 meses de edad es de 97.33 %, dado por  $T_5$ ,

y el menor fue de 81.25%, con  $T_9$ . Para el caso de *M. balsamum*,  $T_4$  mostró el mayor porcentaje de sobrevivencia, con un 87.5 %, y el menor fue dado por  $T_{10}$  (75 %).

La especie que tuvo mayores problemas fitosanitarios fue *S. macrophylla*, prevaleciendo el ataque de la mariposa *Hypsiphylia grandella*, seguido de ataque de hormigas “coqui” (*Atta cephalotes*), con una afectación del 37.7 % y 26.2 %, respectivamente.

En general, por los resultados que se vienen obteniendo en las plantaciones experimentales, se recomienda utilizar diferentes fertilizantes orgánicos como abono de fondo en el proceso de instalación de plantaciones forestales de especies forestales nativas y exóticas; esto, por sus bondades en cuanto a los requerimientos químicos (contenido de nutrientes), físicos (permeabilidad del suelo) y biológicos (organismos del suelo que descomponen la materia orgánica) para el logro de un eficiente crecimiento y desarrollo de las especies maderables en la selva peruana.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bedoya, E., Aramburú, CE., Burneo, Z. 2017. Una agricultura insostenible y la crisis del barbecho: el caso de los agricultores del valle de los ríos Apurímac y Ene, VRAE. *Anthropologica*, 38, pp. 211-240.
- Crysargyris, A.; Panayiotou, C.; Tzortakis, N. 2016. Nitrogen and phosphorus levels affected plant growth, essential oil composition and antioxidant status of lavender plant (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Industrial Crops and Products*, 83; 557-586.
- Feagley, S.E.; Valdez, M.S.; Hudnall, W.H. 1994. Papermill sludge, phosphorus, potassium and lime effect on clover grown on a mine soil. *Journal of Environmental Quality* 23; 759–765.
- Federer, CA.; Turcotte, D.E.; Smith, C.T. 1993. The organic fraction—bulk density relationship and the expression of nutrient content in forest soils. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1026–1032.
- Harrison, R.B.; Gessel, S.P.; Zabowski, D.; Henry, C.L.; Kue, D.; Marx, D.H.; Berry, C.R.; Kormanik, P.P. 1995. Application of Municipal Sewage sludge to forest and degraded land: Pp. 275 – 295 in *Agriculture Utilization of Urban and Industrial By – Products*”. American Society of Agronomy Madison, Special publication Number 58.
- Murray, R.M.; Bojórquez, J.I.; Hernández, A.; Orozco, M.G.; García, J.D.; Gómez, R.; Ontiveros, H.M.; Aguirre, J. 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un Sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias*, 1, 3: 27-35.
- Oldfield, E.E.; Wood, S.A.; Bradford, M.A. 2017. Direct effects of soil organic matter on productivity mirror those observed with organic amendments. *Plan and soil*, 423: 363-373.
- Orozco, A.L., Valverde M.I., Martínez, R.C., Chávez & Benavides, R. 2016. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con manzano biofertilizado. *Terra Latinoamericana* 34: 441-456.

- Palma, D.J. 2016. Nutrición orgánica en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco, México. *Agroproductividad*, 9, 17:39-44.
- Soka, G.E.; Ritchie, M.E. 2016. Contributions of AM fungi and soil organic matter to plant productivity in tropical savanna soils under different land uses. *Rhizosphere*, 1: 45-52.
- Villagaray, SM. (2014). Recuperación de terrenos degradados por el cultivo de coca (*Erythroxylon coca*) en VRAEM, Perú, con aplicación de tecnología agroforestal. *Revista Acta Nova*, 6(3), pp. 210-224.

## **CORRESPONDENCIA**

Ing. Héctor Huamán Yaurivilca  
citaep1@hotmail.com