

**ORIGINAL ARTICLE /ARTÍCULO ORIGINAL****REINTRODUCTION OF THREE PLANT SPECIES IN “EL AGUSTINO” HILL, LIMA – PERU****REINTRODUCCIÓN DE TRES ESPECIES DE PLANTAS EN EL CERRO “EL AGUSTINO”, LIMA – PERÚ**

Rafael La Rosa, Nelly Canto, Adelina Castillo & Mey-Ling Espinoza

Laboratorio de Ecofisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. Calle Río Chepén s/n, El Agustino. Lima, Perú. Telefax 51-1-3623388
Correo electrónico: rafolarosa@yahoo.es

The Biologist (Lima), 2013, 11(2), jul-dec: 185-192.

ABSTRACT

Fragile ecosystems, like the coastal hills of Lima, suffer a strong impact because of urban development, provokes great damage in the vegetation from radical changes in rainwater and changes in soil composition, resulting in the removal of natural vegetation of these environments. For this reasons we tried to restore the ecosystem in the hill ecosystem “El Agustino” through reforestation with shrubs (*Vasconcellea candicans* (A. Gray) A. DC. 1864 “mito”) and trees species (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze 1898 “tara” and *Sapindus saponaria* L.1753 “choloque”) that lived in this place. In November 2010 it was noted that the two tree species found were transplanted, with the best adapted to the stress conditions of the hill " El Agustino " is *C. spinosa*, having 90% of individuals growing smoothly, while 95% of individuals of *S. saponaria* had wilt symptoms of wilting from water deficiency; on the other hand, *V. candicans* is the other species that apparently has responded to transplantation (100% of individuals), although for this period it was observed defoliated and its vegetative parts defoliated and kept alive (green).

Keywords: Reforestation, “El Agustino” hill, “tara”, “choloque”, “mito”.

RESUMEN

Los ecosistemas frágiles, como las lomas costeras de Lima, sufren un fuerte impacto por el avance de la urbe, ocasionando que la vegetación sufra por los cambios radicales en la composición del agua de lluvia y la modificación del suelo, lo que trae como consecuencia el retiro de la vegetación natural de estos ambientes. Por ello, se trató de recomponer el ecosistema de loma en el cerro “El Agustino” mediante la reforestación con especies arbustivas (*Vasconcellea candicans* (A. Gray) A. DC. 1864 “mito”) y arbóreas (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze 1898 “tara” y *Sapindus saponaria* L.1753 “choloque”) que habitaron en este lugar. Hacia el mes de Noviembre del 2010 se observó que de las dos especies arbóreas que se transplantaron, la que mejor se adaptó a las condiciones estresantes del cerro “El Agustino” es *C. spinosa*, debido a que presenta el 90% de individuos creciendo sin problemas, mientras que en *S. saponaria*, el 95% de los individuos presentan síntomas de marchitez por deficiencia de agua. Por otro lado, *V. candicans* es la otra especie que aparentemente ha respondido al trasplante (100% de individuos), aunque para esta época se observa defoliada y sus ápices vegetativos se mantienen vivos (de color verde).

Palabras clave: Cerro “El Agustino”, choloque, mito, reforestación, tara.

INTRODUCCIÓN

Los cerros o lomas que están en toda la franja costera del Perú, aproximadamente por el norte hasta Trujillo en el paralelo 8° y por el sur hasta Coquimbo (Chile) en el paralelo 30° (Ferreira 1986), presentan durante los meses de invierno, entre mayo a noviembre, aproximadamente, (Canziani 1998), densas neblinas debido al fenómeno de inversión térmica, el cual se produce por enfriamiento de las aguas del mar que luego se condensan en estos cerros (Brack & Mendiola 2009). Este hecho hace que estos cerros reverdezcan una vez al año (Lamb 2011).

Las lomas costeras de Lima, Perú sufren un fuerte impacto por el avance de la urbe, debido a que ésta es incrementada por los movimientos migratorios del interior del país hacia las grandes ciudades (Ramos 2003), se tiene también el incremento del parque automotor, la mayor cantidad de polvo y hollín en el aire, y la mayor cantidad de gases por la actividad industrial, los cuales son llevados por los vientos hacia los cerros cercanos al mar. La vegetación se ve afectada por los cambios radicales en la composición del agua de lluvia (Lambers *et al.* 2008) y la modificación del suelo, lo que trae como consecuencia el retiro de la vegetación natural de estos ambientes (Challenger 1998).

También se sabe que los trabajos de reforestación están enfocados en restablecer el ciclo del agua en cualquier ecosistema, reponiendo principalmente las especies arbóreas y arbustivas (ACP 2006), ya que estas especies son de vital importancia, especialmente, en los ecosistemas de lomas donde funcionan como captadores de agua de la neblina. La deforestación de las lomas está convirtiéndose en un tema de importancia para todos los países del mundo debido a que, ésta, genera pérdidas irreversibles en la biodiversidad e intensifica el efecto

invernadero (Barraclough & Guimire 2000).

Por estas razones el objetivo del presente trabajo fue realizar una propuesta de recomposición del ecosistema de loma en el cerro "El Agustino" (El Agustino, Lima, Perú) mediante la reforestación con especies arbustivas y arbóreas que habitaron en este lugar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el año 2010 en la franja de El cerro "El Agustino", El Agustino, Lima, Perú (12°02'35.40" S y 76°59'28.59" O, 349 msnm) que se encuentra dentro del territorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal. El suelo se encontraba aparentemente sin actividad biológica presentando una coloración marrón, sin embargo en periodos previos de reconocimiento de la zona realizados durante el mes de enero del mismo año se halló presencia de líquenes, organismos relacionados con la formación de suelos y que propician el crecimiento de diversos tipos de vegetación (Herrera & Ulloa 1990). También se evidenció la presencia de algunas cactáceas, quienes aportan materia orgánica al suelo: por otro lado se identificó una fauna propia de lomas compuesta por ejemplares tales como caracoles y lagartijas, éstos fueron usados como indicadores de que el suelo podría soportar una mayor vegetación.

Caracterización del suelo

Se tomaron 500 g de muestra de suelo a una profundidad de 40 cm. Para determinar la textura: se tomaron 7cm³ de suelo y se colocó en un tubo de centrífuga, se agregó agua destilada en proporción 1:2, seguidamente se centrifugó a 4000 rpm por 20 min. De lo obtenido se midieron las proporciones de arena, limo y arcilla diferenciadas en el tubo, y se registraron los datos en porcentaje, haciendo uso del método del triángulo textural (USDA)

se determinó el tipo de textura del suelo. Con el agua obtenida del sobrenadante se midieron parámetros fisicoquímicos tales como pH y conductividad eléctrica (CE).

Material vegetal

Se trabajó con semillas de *Vasconcellea candicans* Gray (Caricaceae) “mito”, que es un arbusto xerófito caducifolio en *peligro crítico* según Decreto Supremo N° 043-2006-AG, *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze (Fabaceae) “tara”, árbol de raíces profundas que soporta muy bien la sequía; *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) “boliche”, árbol caducifolio de mayor tamaño que el anterior y con abundante follaje. Estas semillas fueron obtenidas de las siguientes tres zonas: *V. candicans* de “El mital” ubicado en Huarochirí (Lima, Perú), *C. spinosa* del mercado local (El Agustino, Lima, Perú), y *S. saponaria* del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lince, Lima, Perú).

Propagación de las especies

Para *V. candicans*: se sembraron un total de 25 semillas, se extrajeron las semillas de los frutos maduros, se les limpió de restos de tejido del fruto y se las dejó secar al ambiente, una vez secas las semillas se remojaron por 24 h; se les retiró la cubierta seminal y se sembraron en recipientes plásticos que contenían sustrato de tierra negra con restos de helechos del género *Osmunda*.

Para *C. spinosa*: se tomaron 200 semillas a las que se les hizo tratamiento térmico con agua a temperatura de ebullición para facilitar el ablandamiento de la testa que es muy dura en esta especie, las semillas se depositaron en el agua y se las dejó en remojo por 24 h, sólo se sembraron las semillas que estuvieron embebidas (hinchadas); la siembra se realizó en bolsas plásticas (1 semilla por bolsa), que contenía tierra agrícola humedecida.

Para *S. saponaria*: se tomaron 40 semillas; se pusieron en agua corriente y se retiraron las semillas que flotaban (no viables); las semillas

que quedaron en el fondo, continuaron remojándose por 4 días; luego de este tiempo se retiró la cubierta seminal y se sembró en recipientes de plástico conteniendo musgo humedecido (*Sphagnum* sp.).

Anatomía de las semillas

Para determinar los tejidos que conforman principalmente la testa y el endospermo, se realizaron cortes a mano alzada, tiñéndose con safranina para el caso de la testa y con lugol para el endospermo. Las observaciones se hicieron al microscopio de luz, marca MICROS® modelo MCX100 made in Austria, a 400X de aumento total.

Aclimatación

Luego de la germinación, se llevaron las bolsas a un área predeterminada (ubicada en la falda del cerro que ya cuenta con vegetación manejada por el servicio de jardinería de la universidad) para su aclimatación a las nuevas condiciones de vida. Se esperó a que estas plantas hayan desarrollado tejido secundario, principalmente la peridermis, la cual fue verificada por el cambio de color del tallo (de verde a marrón) y por la dureza del mismo. Estos eventos se observaron, aproximadamente a los siete meses para *C. spinosa*, a los dos meses para *S. saponaria* y tres meses para *V. candicans*, posteriormente fueron transplantadas al sitio definitivo.

Trasplante a la zona definitiva

Para este efecto se hicieron agujeros en el suelo, haciendo uso de lampas y barretas, de unos 30 a 40 cm de diámetro y 30 cm de profundidad. Los plántones, sin la bolsa plástica, fueron puestos en el agujero y se les agregó suelo agrícola que presentaba un alto contenido de materia orgánica, un bajo contenido de arena gruesa y un pH entre 5-6; además, se agregaron restos vegetales secos como hojas, hierbas, ramas, residuos de cultivos, pajas, etc.- cuya función principal es la retención del agua. Seguidamente, se agregó aproximadamente 4 L de agua para mojar bien

el sustrato, y las raíces no sufran. Se repitió esta operación para cada agujero y en cada plantón puesto en el cerro.

Riego de las plantas

El riego se realizó semanalmente, agregando 4L de agua en cada agujero. Esta actividad se realizó durante los tres primeros meses. Luego, con la finalidad de economizar agua y esfuerzo, se cambió por un sistema de venocllisis conectado a una botella plástica de

3L de capacidad, a la velocidad de una gota por minuto, de tal manera que el agua duró en promedio tres semanas; este sistema fue utilizado durante 2 meses aproximadamente. Después de estos cinco meses, y debido a que la humedad relativa del aire sobrepasó el 80%, se decidió retirar el riego para que las plantas aprovechen el agua de la humedad ambiental (Figura 1).

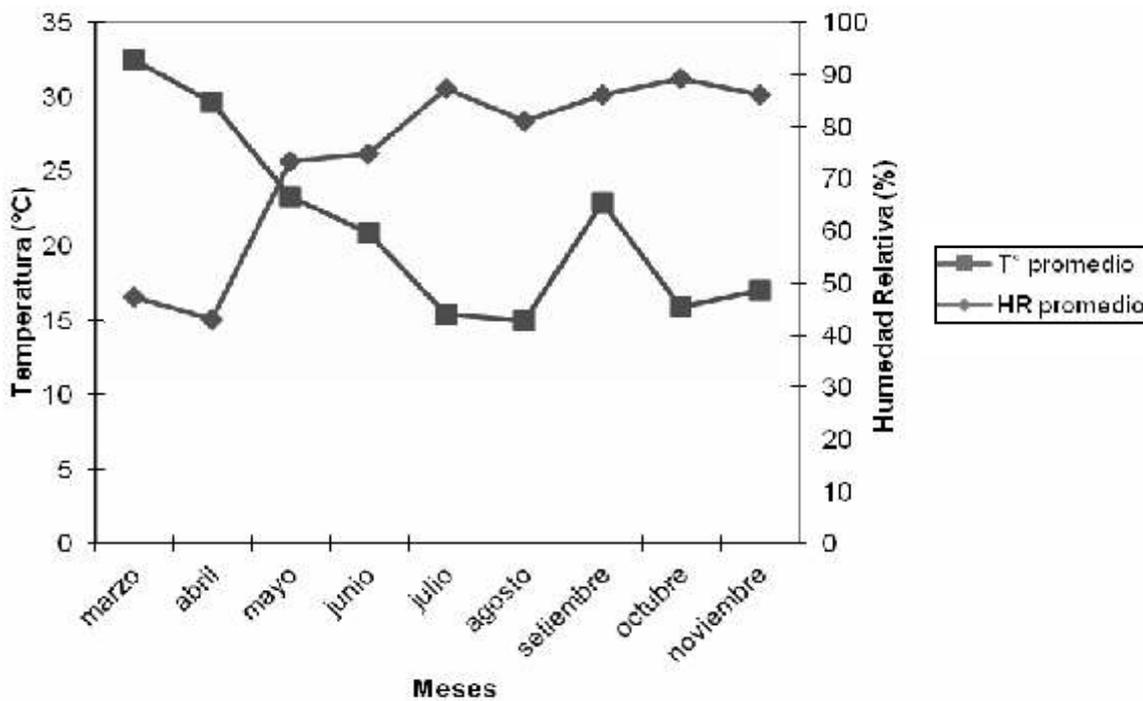


Figura 1. Relación de la Humedad Relativa y Temperatura del aire durante todo el tiempo que demoró el experimento en el cerro “El Agustino”, Lima, Perú.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas y textura del suelo del cerro “El Agustino”. El suelo presentó un pH promedio de 7,58; una CE de 39,9 mS y una textura de suelo arenoso-franco con baja retención de agua con una tendencia hacia la alcalinidad y principalmente salino, lo que coincide con lo reportado por Perú Ecológico (2010) quienes mencionan que los suelos predominantes en las lomas de la costa central del departamento de Lima, son desérticos arenosos (yermosoles), con zonas pedregosas (litosoles) y salobres.

Germinación de las semillas. En la germinación de *V. candicans*, de las 25 semillas sembradas respondieron 14 (56%), desde el octavo al decimosegundo día después de la siembra. *C. spinosa*, sólo presentó 140 de 200 semillas embebidas, de esas semillas germinaron 81 a los 7 días, y 20 más, cuatro días más tarde; es decir, 58% germinaron primero para luego, a los 11 días, llegar a un 72%. *S. saponaria*, a los cinco días, mostró imbibición en 35 de las 40 semillas sembradas

(87,5%), las mismas que a los 10 días germinaron. De los resultados de las pruebas de germinación se desprende que las semillas de *V. candicans* y de *C. spinosa* tienen un bajo porcentaje debido principalmente a la presencia de compuestos fenólicos (Magnitskiy & Plaza 2007), en mito, o la presencia de abundante esclerénquima en la testa de tara que la hace muy dura e impermeable, a diferencia de *S. saponaria* que presenta un micrópilo (Fig. 4) que permite la fácil hidratación de la semilla.

Anatómicamente las semillas de *C. spinosa* y *S. saponaria* (Fig. 2 y 3), presentan testas gruesas, ricas en tejido esclerenquimático y endospermo con reserva de almidón; sin embargo, *V. candicans* (Fig. 4) presenta una testa más delgada y endospermo con almidón, pero su dificultad para la germinación estaría dada por la producción de compuestos fenólicos, probablemente el ácido p-Hidroxibenzoico que también es inhibidor de la germinación en *Carica papaya* Linneo, 1753 (Caricaceae) (Chow & Lin 1991).

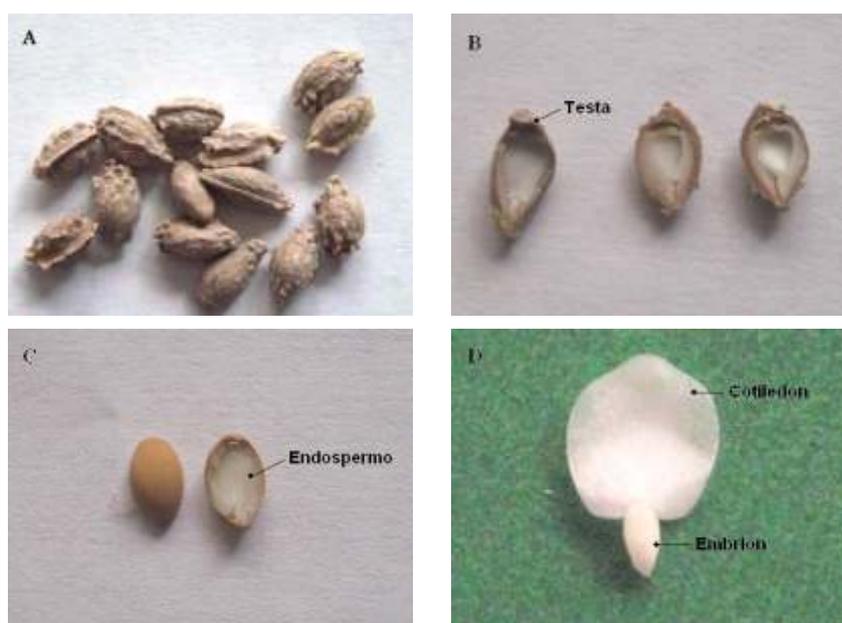


Figura 2. Morfología de la semilla de *Vasconcellea candicans*. A) Variabilidad de la testa; B) Corte longitudinal de la semilla con testa; C) Embrión más el endospermo; D) Embrión aislado junto con los cotiledones.

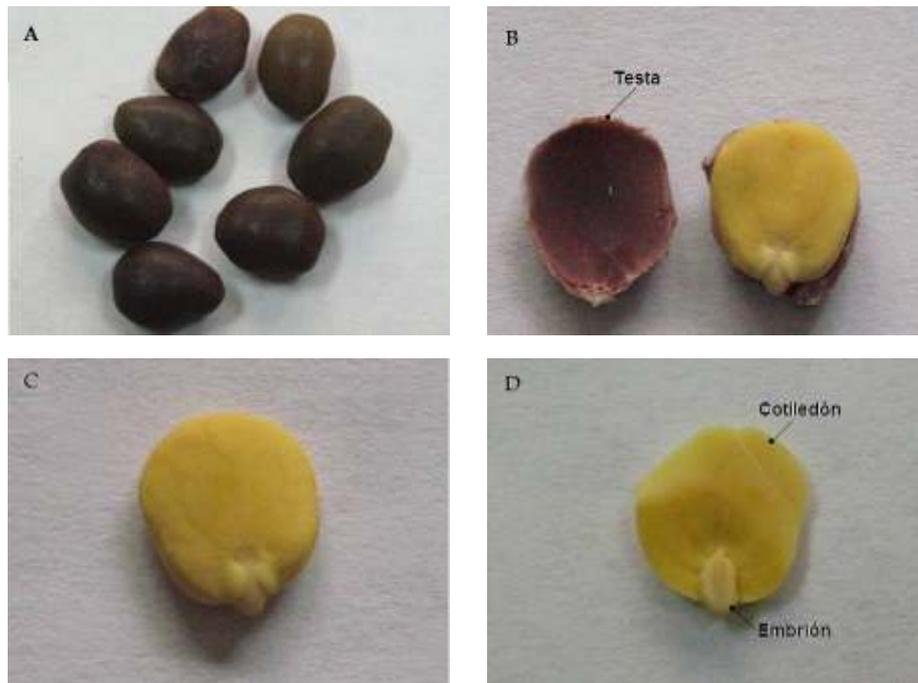


Figura 3. Morfología de la semilla de *Caesalpinia spinosa*. A) Semillas enteras, B) Semilla y su testa, C) Embrión con sus cotiledones, D) Vista longitudinal del embrión y el cotiledón.

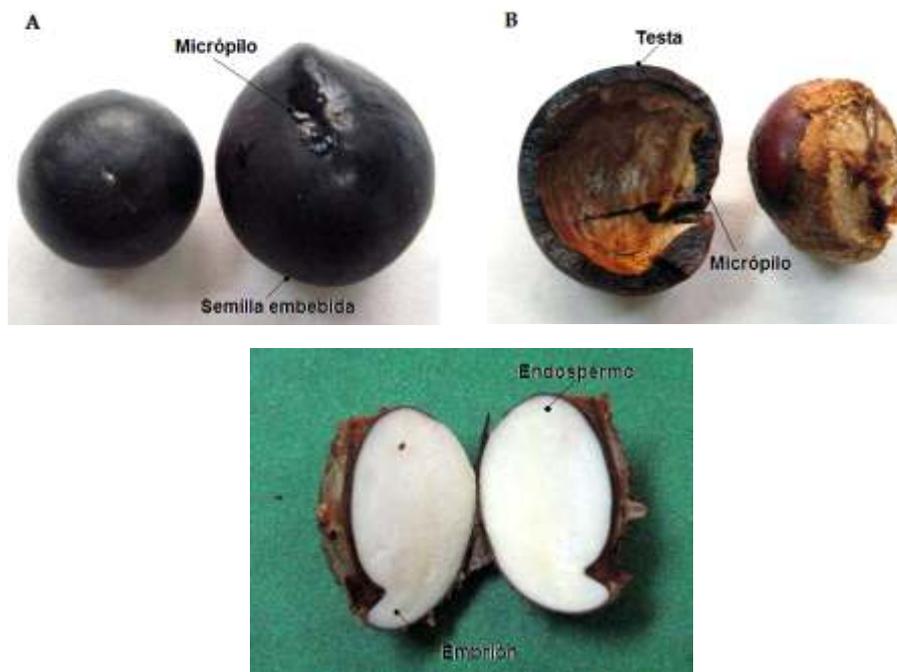


Figura 4. Morfología de *S. saponaria*. A) Comparación de semilla normal (izq.) y semilla embebida (der.); B) Embrión con su endospermo fuera de su testa, obsérvese el grosor de la cubierta; C) Corte longitudinal que muestra al embrión y su endospermo.

De las respuestas observadas para la germinación y adaptación a las condiciones extremas del cerro en las especies *V. candicans*, *C. spinosa* y *S. saponaria*, recomendamos a *C. spinosa* como especie promisoría para programas de reforestación en zonas áridas y con pendientes, gracias a su rápida aclimatación, y debido a que requiere poca cantidad de agua para su sobrevivencia. Además, existen beneficios económicos que se pueden obtener de esta especie (Rojas *et al.* 2010) y beneficios para el ecosistema debido a que esta especie puede entrar en simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* para proveer de nitrógeno al suelo y de esta manera ir recuperándolo; además, se sabe que los microorganismos de suelo liberan distintas sustancias como fitohormonas, antibióticos, ácidos orgánicos y enzimas que podría beneficiar al cultivo, siempre que se encuentre en las cantidades adecuadas para el crecimiento y desarrollo de la planta (Loper & Schroth 1986); asimismo, son las plantas las productoras de diferentes moléculas químicas y sustancias que atraen a estos microorganismos, generando las condiciones adecuadas para su crecimiento y multiplicación (Dakora & Phillips 2002).

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a María Isabel La Torre por la consecución de las semillas de “choloque”; también, a las siguientes personas: Giovana Vadillo, Benjamin Tuesta, Enrique Hon, Sandra Guizado y Luis Morón por colaborar en las labores de plantado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad del Canal de Panamá (ACP).** 2006. *Manual de Reforestación*. Unidad de sensores remotos. vol. 1. ACP. 31p.
- Barracough, S. & Guimire, K. B.** 2000. *Agricultural expansion and tropical deforestation*. Earthscan. Sterling, Virginia, USA.
- Brack, A. & Mendiola, C.** 2009. *Enciclopedia Ecología del Perú*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2010 de: <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- Canziani, J.** 1998. Las lomas de Atiquipa: un caso de paisaje natural en la costa desértica del sur del Perú. In: Paisajes culturales en los andes. CONDESAN. pp. 169-190.
- Challenger, A.** 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. Conabio-IB UNAM-Sierra Madre. México.
- Chow, Y.JJ. & Lin, Ch.** 1991. p-Hidroxybenzoic acid as the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. *Seed Science and Technology*, 19: 167-174.
- Dakora, F. & Phillips, D.** 2002. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. *Plant and Soil*, 245: 35-47.
- Ferreira, R.** 1986. *Flora y vegetación del Perú*. En: *Gran Geografía del Perú, Naturaleza y Hombre*. Volumen II, pp. 1-174. Barcelona, Manfer - Juan Mejía Baca Editores.
- Herrera, T. & Ulloa, M.** 1990. *El Reino de los Hongos*. México. Fondo de Cultura Económica. Pp. 343-363.
- Lamb, D.** 2011. *Regreening the bare hills: Tropical forest reforestation in the Asia-Pacific region*. Second Edition, New York: Springer. 570p.
- Lambers, H.; Chapin, F. & Pons, T.** 2008. *Plant Physiological Ecology*. Second Edition. New York: Springer. 664 p.
- Loper, J. & Schroth, M.** 1986. Influence of bacterial source of indole-3-acetic acid on root elongation of sugar beet. *Physiology and Biochemistry*, 76: 386-389.

Magnitskiy, S. & Plaza, G. 2007. Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía Colombiana*, 25: 96-103.

Perú Ecológico. 2010. *Los viajes de Augusto Weberbauer: La Ruta de las Lomas Costeras*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2010 de: http://www.peruecologico.com.pe/lomas_weberbauer.htm

Ramos, H. 2003. *La ciudad imaginada: Una mirada comunicacional del ámbito urbano. El caso de Lima*. Tesis de

Licenciatura en Comunicación Social. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Rojas, O.; Rojas, N. & Diaz, G. 2010. Forestación piloto con tara en Cajamarca. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, UNMSM*, 13: 45-56.

Received January 9, 2012.
Accepted July 6, 2013.