

Valoración financiera de una plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham, en la microcuenca Zamora Huayco – Loja, Ecuador

Financial valuation of a plantation of *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham, in the Zamora Huayco watershed - Loja, Ecuador

Pacheco – Pineda Edwin Alberto^{1*}, Díaz – López Marjorie Cristina¹, Quizhpe Coronel Wilson Rodrigo¹, Asanza – Asanza Jairo Alexander², Jadán - Maza Ángel Oswaldo³.

1. Docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal – Universidad Nacional de Loja (UNL). Loja - Ecuador.
2. Ingeniero Forestal - Universidad Nacional de Loja (UNL). Loja – Ecuador.
3. Docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad de Cuenca. Cuenca - Ecuador.

*Autor para correspondencia: edwin.pacheco@unl.edu.ec

Recibido: 15 de abril del 2017

Aceptado: 21 de junio del 2017

Resumen

Las plantaciones forestales en la hoya de Loja son manejadas en forma deficiente y no tienen valoración financiera de su producción en pie. El objetivo del estudio fue valorar la calidad de una plantación de pino y conocer su valor real en pie, según la calidad de madera aprovechable en una plantación de 5 hectáreas ubicada en la microcuenca Zamora Huayco, Loja. Se registraron las variables: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, calidad de fuste (bifurcaciones, inclinación, presencia o ausencia de ramas). Datos que fueron procesados con el software “avalúos forestales” considerando parámetros como: número de trozas, volumen en función de trozas (por calidad y número) y parámetros de avalúo en pie (edad del rodal, calidad de trozas y calidad de fuste). Se determinó que el volumen de la plantación y su valor real en pie, son relativamente bajos, el rendimiento volumétrico fue de 121,98 m³/ha correspondiente a 568 trozas. De este volumen, el 98,75 % corresponden a trozas de calidad dos (52,97 m³/ha - 246 trozas) y tres (67,49 m³/ha – 310 trozas) que representa una plantación de calidad media. Por otra parte, el valor real de mercado de la madera de acuerdo a la zona de estudio fue de 3 217 dólares por hectárea, valor que puede ser superior siempre y cuando se realice un adecuado manejo silvicultural. La valoración real del aporte financiero de las plantaciones forestales frente a inversiones, es relevante para determinar la idoneidad de las mismas como actividades generadoras de ingresos económicos.

Palabras claves: Calidad de madera, defectos de troza, trozas, valor real, volumen en pie.

Abstract

Forest plantations in Loja basin often have poor silvicultural management and a scarce or no financial valuation of their standing production. Therefore, the objective of study was to evaluate the quality of a pine plantation and to know its real standing value, according to the quality of wood that can be used in a 5-hectare plantation located in the Zamora Huayco basin. Data on variables such as: diameter at breast height (DBH), total height, stem quality (bifurcations, inclination, twisting, presence or absence of branches) were recorded. Data that were processed by the software "forest valuations" on basic parameters such as: number of logs, log volume (by quality and number) and standing valuation parameters (stand age, log quality and quality of shank). It was determined that the volume of the plantation and its actual standing value are relatively low, the volumetric yield was 121.98 m³/ha corresponding to 568 logs. Of this volume, 98,75 % correspond to logs of quality two (52,97 m³/ha - 246 logs) and three (67,49 m³/ha - 310 logs) representing a medium quality plantation. On the other hand, the real market value of the wood according to the study area was 3 217 dollars per hectare, a value that can be higher as long as adequate silvicultural management is carried out. The real valuation of the financial contribution of the forest plantations to investments, is relevant to determine the suitability of the same as activities generating economic income.

Keywords: Wood quality, defects of logs, real value, logs, standing volume.

Introducción

Las plantaciones forestales tienen múltiples beneficios desde suministrar materia prima para la industria y otros usos, proporcionar productos forestales no maderables y la provisión de servicios ecosistémicos (Carle *et al.*, 2002; Bull *et al.*, 2005; Masiero *et al.*, 2015). En varios países un importante suministro de madera proviene de plantaciones forestales (Carle *et al.*, 2002), que forman parte de inversiones donde el retorno económico se obtiene a mediano o largo plazo, dependiendo de las condiciones del sitio y los objetivos de producción (Cabrera, 2003; Corella, 2009). En las actividades forestales proyectar el retorno económico a largo plazo, es importante para estimar si la plantación e inversión alcanzará la producción planificada (Chiari *et al.*, 2003).

Uno de los grandes problemas de las plantaciones forestales en el Ecuador son las bajas superficies reforestadas respecto al potencial forestal del país, lo que no permite suplir la demanda de madera existente a nivel local y regional. La superficie de plantaciones forestales es de aproximadamente 164 000 ha, pero se desconoce cuánto se reforesta efectivamente al año (Añazco *et al.*, 2010).

A esto se suma, que el establecimiento de plantaciones sin una planificación y manejo adecuado pueden desarrollarse en sitios no aptos y con especies no apropiadas (Carle *et al.*, 2002). Según Camacho *et al.*, (2000) y Gonçalves *et al.*, (2008) el manejo silvicultural presenta una deficiencia respecto a la cantidad y calidad de plantaciones, debido, a que no se considera oportunamente los requerimientos técnicos mínimos para el manejo de las mismas (cortas de liberación, podas, raleos y mejoramiento del sitio), lo cual no garantiza el rendimiento de volumen y la rentabilidad económica de las actividades productivas (Gutiérrez *et al.*, 2013; Chiari *et al.*, 2003). En otros casos, el establecimiento de plantaciones se realiza sin que obedezcan a objetivos determinados (Merino, 2010).

Por otra parte, existe una relación entre el manejo y aprovechamiento de las plantaciones forestales con el mercado y comercialización de madera en pie; la mayoría de propietarios, realizan la compra y venta de plantaciones forestales sin conocer su valor real. Bajo estas circunstancias los compradores pagan precios bajos, no reales de los productos forestales, creando inestabilidad en el mercado y desincentivos en los oferentes; debido a que, en el proceso de establecimiento, manejo y cosecha de las plantaciones se invierte en recursos económicos, logísticos y humanos (Martínez, 2013; Añazco *et al.*, 2010).

Bajo este contexto y con la finalidad de generar información que contribuya al conocimiento sobre la calidad de las plantaciones forestales, que en las últimas décadas han centrado su atención y potencial en la producción de madera, rentabilidad económica (Palo y Vanhanen, 2000), y los beneficios ambientales, sociales y culturales previo a una planificación y gestión de los recursos (Carle *et al.*, 2002); se desarrolló la presente investigación que se orientó a determinar el valor real en pie de una plantación de pino (*Pinus patula*) de acuerdo a la calidad de los fustes, volumen de madera y el valor de mercado en la microcuenca de Zamora Huayco.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la parroquia San Sebastián, cantón y provincia de Loja, en la región Sur del Ecuador en un rango altitudinal que oscila entre 2 040 hasta 3 412 msnm. Limita al norte con la microcuenca Mendieta, al sur con la microcuenca Namanda, al este con las estribaciones orientales de la cordillera de los Andes y al oeste con el barrio Zamora Huayco Alto.

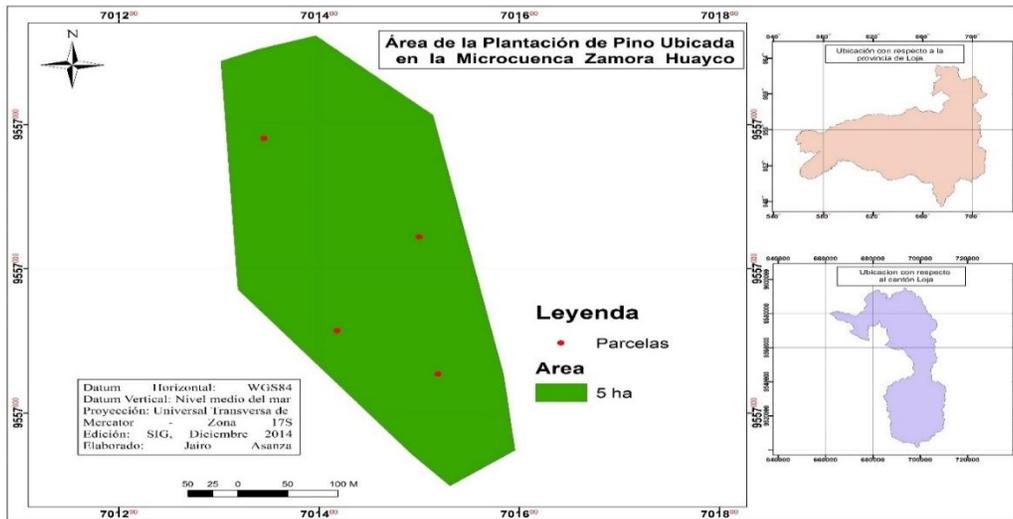


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

Muestreo dasométrico

Se delimitó el área de estudio mediante el software Arc Gis para determinar la superficie de la plantación. Posteriormente, se estableció el sistema de muestreo sistemático (Spitler, 1995) y se instalaron cuatro parcelas rectangulares de 200 m² con un distanciamiento entre parcelas de 50 m. Debido a que, la densidad de plantación varió entre 750 a 1000 árboles/ha, el de error de muestro fue menor al 20 %.

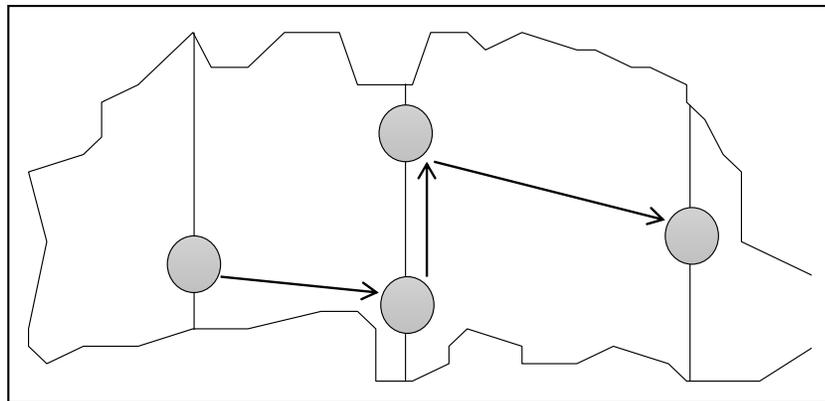


Figura 2. Distribución de las parcelas en la plantación de pino

Para la instalación de las fajas se utilizó el método aleatorio propuesto por Kramer y Akça, (1995), que consistió en utilizar dos dígitos de un número aleatorio como: una cedula, número celular, etc. Estos dígitos se utilizan como metros, pasos o número de árboles de la plantación. Luego se aplicó el mismo método dentro de la faja, hasta llegar al punto donde se generó la primera parcela de muestreo de 200 m².

En la matriz del software Avalúos Forestales versión 1.0, se ubicaron las clases diamétricas dentro de los rangos de 10,01 a 52 cm (Tabla 3). La calidad de trozas, fueron clasificadas de acuerdo al siguiente orden: T1 = Excelente, T2 = Muy buena a buena, T3 = Aceptable y T4 = Sin valor comercial. En cada parcela de medición se registraron las variables en todos los árboles: altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y calidad de fuste.

Análisis de la información

Con los datos recopilados se estimó la calidad de la plantación mediante el software Avalúos Forestales. El uso de este programa permitió obtener el valor de una plantación combinando variables como: (DAP), altura comercial (hc), posición sociológica, bifurcación, inclinación, rectitud, daño mecánico, ramas gruesas, numero de trozas comerciales, ángulo de inserción de ramas, estado fitosanitario, gambas o aletones, grano en espiral, factor de castigo y calidad de las trozas (Murillo y Badilla, 2011).

Para calcular el volumen de los árboles en pie se utilizó la fórmula propuesta por Gutiérrez *et al.*, (2013), que considera el DAP, altura comercial y factor de forma (f) expresado en la ecuación:

$$\text{Vol. árbol en pie} = 0,7854 \times \text{DAP}^2 \times \text{hc} \times f$$

El ajuste del valor real en pie considera varios parámetros como la edad del árbol, donde las plantaciones menores a 10 años, aplica un factor de castigo de 0,8 y las plantaciones mayores a 10 años utiliza un factor de castigo de 1. En el caso del presente estudio, se multiplicó el valor real inicial por 1 debido a que la plantación es mayor a 10 años de edad; Murillo (1988), Zobel y Van Buijtenen (1989) y Murillo y Camacho (1998) proponen que para la estimación del valor real en pie de una plantación forestal, se debe determinar la distribución del volumen según sus dimensiones (clases diamétricas), calidad, edad y especie. El mercado de la madera paga un mejor precio por madera adulta y con duramen, que madera juvenil y con albura.

También, se ajustó el valor de la plantación de acuerdo a la calidad de las trozas. De acuerdo a la escala propuesta por Murillo *et al.*, (2004), se multiplicó el valor real inicial por la calidad de trozas (Tabla 1).

Tabla 1. Estimación del valor real inicial según la calidad de trozas en pie.

Valor real inicial	Calidad de trozas
1,00	1
0,90	2
0,80	3
0,00	4

Se realizó un ajuste por clase diamétrica, multiplicando el valor inicial por el diámetro de la troza, debido a que los árboles en términos de diámetro generan desigualdades al momento

de valorarlos (Murillo *et al.*, 2004) (Tabla 2). Realizados los ajustes por diferentes factores a los individuos, se obtuvo el valor real en pie de la plantación, con base a la sumatoria de todos los valores ajustados.

Tabla 2. Ajuste del valor en pie de la plantación por clase diamétrica.

Valor inicial	Diámetro de trozas (cm)
0,48	< 12,5
0,73	< 17,5 y \geq 12,5
0,90	< 22,5 y \geq 17,5
1,00	\geq 22,5 y < 27,5
1,06	\geq 32,5 y < 37,5
1,09	\geq 37,5 y < 42,5
1,10	\geq 47,5

El valor comercial de madera en pie de pino en el mercado, se estimó a partir de precios locales, que consiste en la disponibilidad de pago por parte de comerciantes de madera en pie en el sector y que es corroborado por la autoridad ambiental. El precio de la madera de pino fluctuó en 25,2 USD/m³.

Resultados

La plantación de pino presentó 246 trozas de calidad 2 y 310 trozas de calidad 3, que corresponde al 97,89 % del total de trozas por ha. El mayor número de trozas se ubican en la clase diamétrica 30,01 cm – 34 cm (Figura 3). Respecto al área basal, mantuvo el mismo patrón donde el volumen en su mayoría está representado dentro de las categorías de calidad 2 y 3 con 1797 m³ y 2214 m³ respectivamente, que corresponde al 98,81 % del volumen total del rodal (Figura 4).

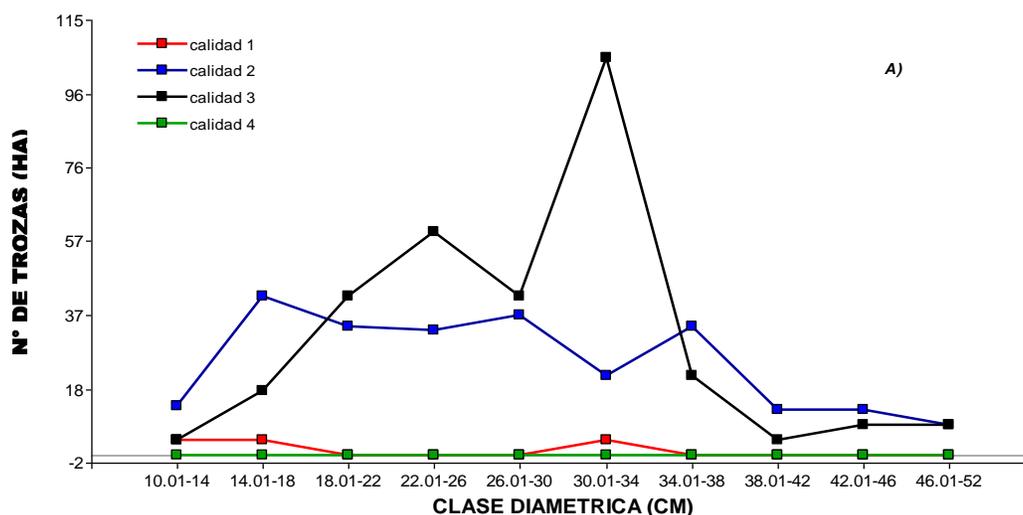


Figura 3. Número de trozas por hectárea en función de la clase diamétrica.

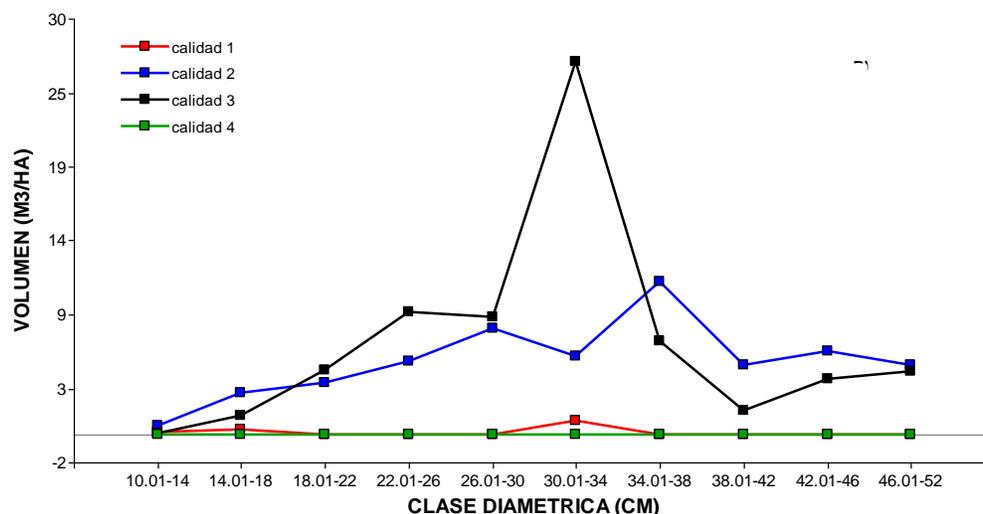


Figura 4. Volumen por hectárea en función de la clase diamétrica.

El volumen en función de la calidad y el número de trozas corresponde a 12 trozas y 1,52 m³/ha para la calidad 1 (Tabla 3). También se registraron 246 trozas y 52,97 m³/ha para la calidad 2 y 310 trozas y 67,49 m³/ha para la calidad 3.

Tabla 3. Volumen de madera en función del número de trozas comerciales.

Número de clase	Clase diamétrica (cm)	Factor de forma	Trozas/ha	Volumen (m ³ /ha)
1	10,01-14	0,69	21	0,91
2	14,01-18	0,62	63	4,68
3	18,01-22	0,57	76	8,39
4	22,01-26	0,53	92	14,13
5	26,01-30	0,53	79	16,08
6	30,01-34	0,51	130	33,56
7	34,01-38	0,48	55	17,76
8	38,01-42	0,46	16	6,79
9	42,01-46	0,45	20	10,07
10	46,01-52	0,43	16	9,60
Total			568	121,98

En las tablas 4 y 5, se presenta la matriz de valoración económica y cualitativa de la plantación de pino. Los valores estimados presentan una valoración superior al valor de mercado, considerando la calidad de trozas, edad y diámetros.

Tabla 4. Matriz de reporte promedio/ha de la plantación de pino.

Parámetro	Calidad				Total general
	1	2	3	4	
Volumen en trozas completas (m ³)/ha	1,51	52,97	67,49	0,00	121,98
Número de Trozas /ha	12,00	246,00	310,00	0,00	568,00
Valor real en pie (USD/ha)	48,00	1797,00	2214,00	0,00	4059,00
Valor de Mercado (USD/ha)	38,04	1424,12	1754,60	0,00	3217,00
Número de Parcelas					4,00
Error de Muestreo (%)					17,53
Área Basal promedio (G) (m ² /ha)					25,60 ± 0,367
DAP promedio (cm)					29,63 ± 7,317
Altura total promedio (m)					16,60 ± 3,519
Altura comercial promedio (m)					14,11 ± 1,590

Tabla 5. Matriz de reporte total de la plantación de pino.

Parámetros	Calidad				Total general
	1	2	3	4	
Vol comercial en trozas completas sc (m ³)	7,58	264,85	337,46	0,00	609,90
No. de Trozas Comerciales	60,00	1230,00	1550,00	0,00	2840,00
Valor real en pie (US \$)	240,00	8985,00	11070,00	0,00	20295,00
Valor de Mercado (US \$)	190,20	7120,61	8773,00	0,00	16084,00
Número de Parcelas en el Lote					4,00
Error de Muestreo (%)					17,53
Densidad (N) árboles/ha					344 ± 1,954
Índice de Calidad					2,43 ± 0,625
Índice de Calidad de Trozas (Suma 1 + 2)					258

Los ajustes del valor real respecto a la edad se estimó a partir de la valoración inicial multiplicada por 1 (dado que la plantación tiene 15 años). De esta valoración se obtuvo un valor de 20 295 USD que corresponde a 240 USD para calidad 1, 8 985 USD para calidad 2 y 11 070 USD para calidad 3. Mediante el ajuste para la calidad de las trozas se obtuvieron los valores ajustados en 240 para calidad 1; 8 086,5 para calidad 2 y 8 856 para la calidad 3 con lo que se obtuvo un nuevo estimado de valor real de la plantación en pie de 17 182,5 USD, con base en la sumatoria de todos los nuevos valores ajustados por su calidad. Finalmente se presentan la valoración real ajustada a las clases diamétricas (Tabla 6).

Tabla 6. Ajuste del valor en pie, en función de las clases diamétricas.

Valor inicial (Usd)	Constante	Clases diamétricas (cm)	Valor ajustado
9,58	0,48	<12,5	4,60
54,78	0,73	<17,5 y \geq 12,5	39,99
400,99	0,90	<22,5 y \geq 17,5	360,89
623,33	1,00	\geq 22,5 y <27,5	623,33
994,93	1,04	\geq 27,5 y <32,5	1034,73
1095,25	1,06	\geq 32,5 y <37,5	1160,97
225,97	1,08	\geq 37,5 y <42,5	244,05
486,89	1,09	\geq 42,5 y < 47,5	530,71
167,73	1,10	\geq 47,5	184,50
Total/ha			4183,76
Total			20918,80

Con los valores generados, considerando las clases diamétricas, edades y calidad de fuste se obtuvo el valor real en pie de la plantación que es de 4183, 76 USD/ha.

Discusión

Las valoraciones forestales en el país aún son escasas y deficientes. Se han realizado estudios en la provincia de Chimborazo por Merino (2010) y en el sitio La Argentina, cantón y provincia de Loja por Quizhpe (2011). En la Región Sur esta deficiencia aún es mayor debido a que la mayoría de procesos de comercialización son informales y sin asesoramiento profesional.

A esta realidad se adiciona que en plantaciones con fines comerciales no se han realizado manejo silvicultural como podas o raleos para incrementar la productividad. Como consecuencia, los rendimientos volumétricos de la plantación fueron de 121,98 m³/ha. Estos resultados son bajos comparando los resultados obtenidos por el MAGAP (2014) que reporta datos entre 200 m³, 250 m³, con límites hasta 300 m³ por ha. Otros estudios como el de Merino (2010), indica que la productividad de plantaciones de pino con manejo produce entre 300 a 350 m³/ha, valor alejado de los resultados obtenidos.

Según Camacho (2000), en su estudio sobre metodologías para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales, deduce, que una plantación para que sea aceptable en el mercado, el mayor volumen de la plantación debería ubicarse entre las trozas de calidad 1 y 2, situación que difiere a los resultados obtenidos, donde el número de trozas producidas y el volumen de

la plantación, corresponden a las calidades 2 y 3 que comprende individuos con características de muy buena a buena y aceptable calidad.

Debido, a que el rendimiento volumétrico de la plantación de pino fue bajo, el valor real también es bajo con un valor de USD 20 295. Estos resultados contrastan con el estudio realizado por Quizhpe (2011), que indica que el valor real de una plantación de pino de 6 ha es de 22 218 USD. Los resultados obtenidos también difieren de otro estudio en donde Merino (2010), menciona que la plantación de pino de 17 ha llega a tener un valor real de 55 868,13 USD. Por otra parte, los bajos valores de la plantación en pie posiblemente sean ocasionados por la falta de prácticas de manejo silvicultural, que limitan la producción. Según García y Gomes (1989), en países como España una plantación de pino, puede llegar a producir hasta 400 m³/ha bajo condiciones óptimas de manejo.

Conclusiones

Las trozas de madera se consideran como variables de estimación cualitativa de las plantaciones forestales, en este estudio se concluyó que valores mayores de volumen de madera en función de la calidad de las trozas, se agrupan en la clase de aceptable a regular; a pesar de que la plantación de pino no ha recibido ningún tipo de tratamiento silvicultural.

La valoración real en pie de la plantación fue baja (4183, 76 USD/ha), debido a que, los mayores valores de volúmenes de madera corresponden a trozas de calidad 2 y 3, incidiendo en la valoración económica de mercado, que puede incrementar los costos de aprovechamiento con un adecuado manejo silvicultural.

Agradecimiento

Los autores extienden su agradecimiento a la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja (UMAPAL) por brindar las facilidades técnicas y de campo para realizar la presente investigación.

Bibliografía

Añazco, M; Morales, M; Palacios, W; Vega, E; Cuesta, A. (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible*. Serie Investigación y Sistematización No. 8. Programa Regional Ecobona - Intercooperation, Quito.

Bull, G.; Bazett, M.; Schwab, O., Nilsson, S.; White, A.; Maginnis, S. (2006). Industrial forest plantation subsidies: Impacts and implications. *Forest Policy and Economics* (9): 13 – 31. doi:10.1016/j.forpol.2005.01.004

Cabrera, C. (2003). *Plantaciones forestales: oportunidades para el desarrollo sostenible*. Instituto de agricultura, recursos naturales y ambiente. Guatemala.

Camacho, P; Murillo, O. (2000). Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Primer Taller Nacional de la Evaluación de la Calidad de Plantaciones Forestales. Costa Rica.

Carle, J.; Vuorinen, P., Del Lungo, A. (2002). Status and trends in global forest plantation development. *Forest products* 52 (7).

Corella Rodríguez, O. J. (2009). Valoración de la base forestal de las plantaciones forestales y su contribución al abastecimiento de madera en la zona del Atlántico Norte de Costa Rica.

García, J; Gómez J. (1989). Tablas de producción de densidad variable para *Pinus pinaster* Ait. en el Sistema Central. Comunicaciones INIA. Serie Recursos Naturales N° 47. Madrid.

Gonçalves, JLM; Stape JL; Laclau, JP; Bouillet JP; Ranger J. (2008). Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. *Southern Forests* 70 (2): 105–118. doi: 10.2989/SOUTH.FOR.2008.70.2.6.534

Gutiérrez, E; Moreno, R; Villota, N. (2013). *Gobernanza Forestal. Guía de Cubicación de Madera*. Disponible en: http://www.rivasdaniel.com/pdf/GUIA_DE_CUBICACION_MADERA.pdf

Kramer, H.; Akça, A. (1995). *Leitfaden zur Waldmesslehre*. J.D. Sauerländer`s Verlag. Frankfurt. Alemania.

Martínez, B. (2013). *Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios*. Santiago de Chile, Chile.

Masiero, M; Secco, L; Pettenella, D; Brotto, L. (2015). Standards and guidelines for forest plantation management: A global comparative study. *Forest Policy and Economics*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2014.12.008>

Merino, J. (2010). Evaluación de la calidad y valoración de una plantación de pino en la Comunidad Chausan San Alfonso, Parroquia Palmira, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo. Tesis de Ingeniería Forestal.

Murillo O. (1988). Natural variation in wood specific gravity of *Pinus greggii*, *P. leiophylla* and *P. pringlei*. Estados Unidos.

Murillo O., Badilla Y. (2011). Software Avalúos Forestales versión 1.0. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Murillo, O y Badilla, Y. (2004). Calidad y valoración de plantaciones forestales. Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Murillo, O. Camacho, P. (1997). Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones recién establecidas. *Agronomía Costarricense* 21 (2): 189-206.

Palo, M.; Vanhanen. (2000). *World forest from deforestation to transition*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

Spitler, M. (1995). *Guía Técnica para el inventario rápido de bosques secundarios en la zona norte de Costa Rica*. COSEFORMA. Costa Rica.

Zobel B, Van Buijtenen JP. (1989). *Wood variation. Its causes and control*. Springer. Alemania.