

Operaciones de corta en el raleo de *Pinus patula* Schltdl. & Cham. en Cajamarca, Perú

Cutting operations in thinning for *Pinus patula* Schltdl. & Cham. in Cajamarca, Peru

Junior Suarez Franco^{1,*}, Kauê A. Oliveira-Nascimento², Rafael Oliveira Brown²,
Milo Bozovich-Granados¹, Renato C. Gonçalves Robert³ y Julio E. Arce⁴

Recibido: 03 agosto 2022 | **Aceptado:** 14 noviembre 2023 | **Publicado en línea:** 29 enero 2024

Citación: Suarez Franco J; Oliveira-Nascimento, KA; Oliveira Brown R; Bozovich-Granados, M; Gonçalves Robert, RC; Arce, JE. 2023. Operaciones de corta en el raleo de *Pinus patula* Schltdl. & Cham. en Cajamarca, Perú. Revista Forestal del Perú 38(2): 199-208. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v38i2.1894>

Resumen

El objetivo de esta investigación fue brindar información sobre la productividad y costos de las operaciones de corta forestal de *Pinus patula*. Para lograr esto, se seleccionaron 35 árboles al azar de los cuales se obtuvieron 297 trozas, estas trozas fueron medidas en términos de diámetro y longitud utilizando una wincha, esta información sirvió para el cálculo del volumen de madera utilizando la fórmula de Smalian, mientras que los tiempos de trabajo fueron registrados con un cronometro digital y sirvieron para realizar el estudio de tiempos. Además, se recopiló información a través de entrevistas, las cuales se emplearon para el cálculo de costos. Este estudio se llevó a cabo en un bosque no manejado de 24 años en la zona de Porcón, Cajamarca, Perú. La productividad diaria de la corta fue de 69.2 m³. Para el desrame se encontró una productividad diaria de 15.72 m³. El tiempo productivo fue de 3:09 horas (34.05%) de la jornada. El desrame tuvo un tiempo productivo promedio de 3:19 horas (35.86%) del total. El costo de la motosierra encontrado fue de 151.96 Soles/día, lo cual fue compuesto por posesión 5.1 S/./día (3.36%), operación 75.76 S/./día (49.85%) y mano de obra 71.1 S/día (46.79%). El costo unitario de la producción de madera tumbada y troza-

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Av. La Molina s/n, La Molina, Lima, Perú.

² Programa de Posgrado en Ingeniería Forestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, Curitiba - PR, Brasil.

³ Departamento de Ingeniería y Tecnología Florestal - Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, Curitiba - PR, Brasil.

⁴ Departamento de Ciencias Forestales - Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, Curitiba - PR, Brasil.

* Autor de Correspondencia: juniorsuarez@lamolina.edu.pe

da fue de 2.19 S./m³. Los costos del hacha hicieron un total de 36.44 S./día, con un costo unitario de 2.3 S./m³. Por lo tanto la producción de madera tumbada, trozada y desramada ha presentado un costo unitario de 4.5 S./m³ siendo los costos de operación y mano de obra los más representativos para el caso de la motosierra con 49.84% y 46.8% respectivamente, mientras que para la hacha el costo de la mano de obra fue el de mayor incidencia con 92.3%..

Palabras clave: costos, cosecha forestal, productividad, tiempos y movimientos

Abstract

The objective of this research was to provide information on the productivity and costs of *Pinus patula* forest logging operations. To achieve this, 35 trees were selected at random from which 297 logs were obtained. These logs were measured in terms of diameter and length using a winch. This information was used to calculate the volume of wood using the Smalian formula, while the work times were recorded with a digital stopwatch and were used to carry out the time study. In addition, information was collected through interviews, which were used to calculate costs. This study was carried out in a 24-year-old unmanaged forest in the Porcón area, Cajamarca, Peru. The daily productivity of logging was 69.2 m³. For branch removal, a daily productivity of 15.72 m³ was found. The productive time was 3:09 hours (34.05%) of the workday. Branch removal had an average productive time of 3:19 hours (35.86%) of the total. The cost of the chainsaw was found to be 151.96 Soles/day, which was composed of ownership 5.1 S./day (3.36%), operation 75.76 S./day (49.85%), and labor 71.1 S./day (46.79%) Therefore, the production of felled, cut and limbed wood has presented a unit cost of 4.5 S./m³, with the operation and labor costs being the most representative in the case of the chainsaw with 49.84% and 46.8% respectively. while for the ax the cost of labor was the one with the highest incidence with 92.3%.

Palabras clave: costs, estimate, forest harvesting, time and motion

Introducción

El Proyecto Piloto de Forestación Granja Porcón-Cajamarca es un predio de 12 881 ha, de las cuales aproximadamente 1 000 ha fueron vendidas en 1995 a la Minera Yanacocha. Los actuales propietarios son los miembros de la Cooperativa Agraria Atahualpa-Jerusalén, quienes lo aprovechan desarrollando actividades agrícolas, pecuarias y forestales. Con el Proyecto Piloto de Forestación se logró establecer 3 572 ha de bosques, siendo el 62.5% *Pinus patula* Schltdl. & Cham. (Carton 1997).

Actualmente se realizan raleos y podas simultáneamente de manera tardía. Este raleo en la mayoría de los casos comprende un 75% de la cobertura total. Del Pozo (1996) encontró que las trozas de raleo de una plantación de *Pinus patula* de 11 años de Porcón, destinadas al aserrío, tenían un coeficiente de conversión de 0.39. Dicho valor se considera relativamente

bajo. El autor indica que ello se debe a que el raleo no se realizó en su debido tiempo. El 69% de las trozas que llegaban al aserradero presentaban defectos internos de forma y ramas incrustadas que afectaban negativamente el factor de conversión. Por su parte, Montenegro (2015) determinó un coeficiente de conversión de 0.43, para la misma especie de 22 años y con un diámetro promedio de 25.1 cm.

Según Suarez (2016), en la zona andina del país las plantaciones no reciben los tratamientos silviculturales necesarios para la obtención de madera para un producto definido. El mismo autor agrega, que las plantaciones forestales con pinos instaladas hace más de dos décadas en la Granja Porcón, Cajamarca, constituyen la experiencia nacional más importante por la climatización de especies exóticas en áreas altoandinas y por los beneficios sociales, económicos y ambientales que están brindando a las pobla-

ciones de la Granja y áreas circundantes. Pero debido a que no se aplicaron raleos y podas a su debido tiempo, la madera que se obtiene es de baja calidad. Si a esta situación agregamos ciertas deficiencias en la tecnología (falta de mecanización) y métodos de aprovechamiento actualmente utilizados, la rentabilidad de dichas plantaciones está por debajo de lo que era de esperarse (Suarez 2016).

Según Campos (1987) los países en vías de desarrollo de las zonas tropicales han tratado de reemplazar la mano de obra por máquinas en las operaciones de extracción forestal, con el propósito de incrementar la productividad. Pero desde el punto de vista social y económico resulta contraproducente en zonas donde existe desempleo o subempleo. El mismo autor sostiene que la tecnología apropiada para la actividad forestal será aquella que mejor se adapte a las condiciones de una situación determinada, compatible con los recursos humanos, económicos y los materiales que determinan su aplicación.

Campos (1987) sostiene que en el país a medida que han ido cambiando la tecnología y métodos de extracción de manuales a mecanizados, los problemas de planificación y organización se han tornado más complejos, requiriéndose hoy en día el empleo de métodos modernos. Indica, además, que, en países en desarrollo como Perú, deben establecerse pronósticos de productividad y costos para condiciones locales que sirvan como parámetros referenciales de eficiencia y que a la vez puedan servir de pautas para la retribución del personal y otros.

Las operaciones de corta (apeo, trozado y desrame) tienen gran importancia en el proceso de aprovechamiento, no solo por su participación en el costo total sino porque su mala realización conlleva pérdidas de madera, obtención de madera de baja calidad y otros, debiendo, por lo tanto, ser realizada buscando el costo mínimo, el mínimo impacto al recurso y seguridad para los obreros.

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar la dinámica del trabajo, y evaluar la

productividad y los costos de las operaciones de corta, trozado y desrame con la tecnología que actualmente se está empleando en una plantación de *Pinus patula* en la Granja Porcón (Cajamarca, Perú).

Materiales y Métodos

Zona de Estudio

Se estudió una plantación de *Pinus patula* de 24 años de edad ubicada en la Granja Porcón, perteneciente a la Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal (ADEFOR) y a la Cooperativa Atahualpa-Jerusalén, en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. (Figura 1). El área de estudio se ubica entre los 2900 y 3800 msnm sobre un relieve variado con rangos de pendiente entre 30% a 70% presentando suelos superficiales a moderadamente profundos de textura media con un pH entre 4.5 a 5.2 y una precipitación media anual de 1127 mm. (Merino *et al.* 2017).

La muestra para el estudio fue de 35 árboles, elegidos al azar de un bosque en la zona de Porcón en estado de raleo a una intensidad de 75%. A partir de ellos se obtuvieron 297 trozas, las cuales fueron medidas para determinar la productividad y tiempos en las condiciones de trabajo de campo necesarias para el estudio.

Características de las Operaciones Forestales y Brigadas de Trabajo

El sistema de aprovechamiento (raleo) que se desarrolla en la Granja Porcón es del tipo semi-mecanizada. Para el tumbado y trozado se utilizan motosierras y para el desramado, hacha. El apilado, carguío y descarga en patios de acopio, se realiza por personal obrero. Para la extracción se usaron tractores agrícolas acondicionados al trabajo forestal mediante la incorporación de remolques.

Lo árboles para ralear fueron marcados con un machete por el capataz. Estos árboles se seleccionaron por tener características como: ser individuos defectuosos, torcidos, bifurcados, fuerte conicidad basal, árboles suprimidos, enfermos, entre otros. Además, el técnico determina la intensidad del raleo.

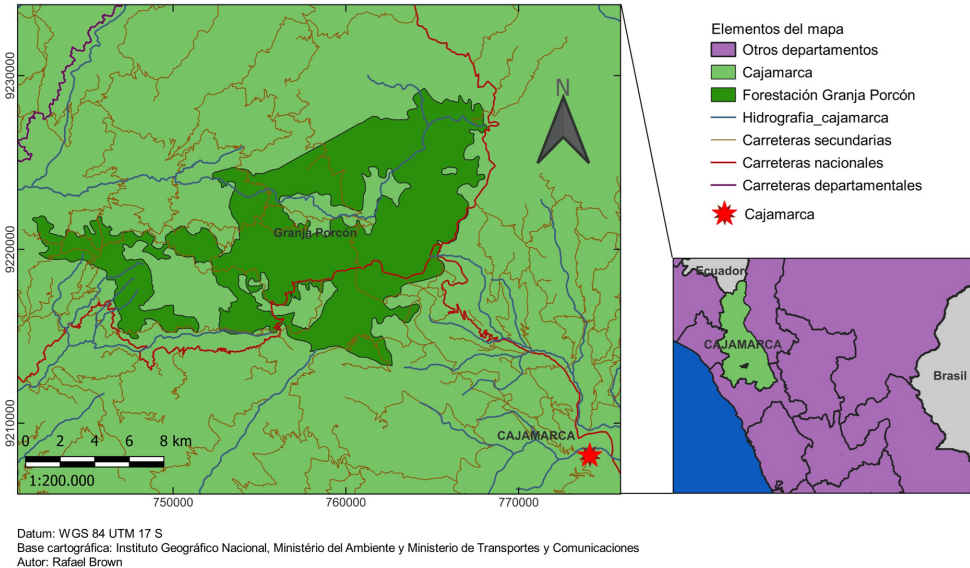


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio: Granja Porcón, Cajamarca, Perú.

La brigada que se evaluó para el tumbado y trozado está conformada por el motosierrista y ayudante, los cuales se turnan en la operación de la motosierra cumpliendo ambos roles. Para el caso del desrame se evaluó a un operario que realiza esta actividad con el hacha.

De acuerdo con la información recogida, el periodo anual promedio de trabajo de la motosierra es de 250 días al año, operando una jornada diaria.

El personal de las operaciones de aprovechamiento forestal de la Granja Porcón son naturales de la zona, y sus edades oscilan entre 18 a 40 años. La jornada diaria de trabajo es de 6:15 a.m. a 3:30 p.m., con intervalos para ingerir alimentos.

Estudio de Tiempos

La determinación del rendimiento se hizo en base a estudios de tiempos empleando un cronómetro digital. Se empleó el método repetitivo o de vuelta a cero. Se midió el tiempo de tumbado de los 35 árboles de las cuales se obtuvieron 297 trozas que también fueron medidos para determinar el tiempo de troza-

do. Así mismo, se midieron los diámetros sin corteza a la altura del corte del tumbado y para cada punto del trozado haciendo uso de una wincha.

Además, se tomó en cuenta otros factores que afectan la productividad, tales como: obstáculos, habilidad del motosierrista, hora del día en que se realiza la operación, estado de la motosierra, enganche de árboles, entre otros. Para la división en el estudio de tiempos, la operación de corta con motosierra fue compuesta por limpieza y dirección de caída, tumbado, medición y marcado, y trozado. La operación de desrame con hacha fue compuesta del desrame, afilado, arreglos, descansos necesarios, descansos innecesarios e imprevistos diversos.

Encuestas

Se realizaron preguntas abiertas a los operarios, capataz e ingeniero encargado del aprovechamiento, con la finalidad de obtener los datos para el cálculo de costos de motosierra y hacha. Posteriormente se procedió a sintetizar y extraer los datos requeridos para la presente investigación que se mencionan más

adelante. La muestra fue no probabilística y se aplicó a 9 personas involucradas en las labores de aprovechamiento. De las encuestas se obtuvo: el precio de adquisición de la motosierra, espada y cadena, vida útil, monto de pago y días productivos al año.

Para el caso del consumo de combustible y aceite, la asociación civil para la investigación y desarrollo forestal "ADEFOR" lleva un registro en el cual señala que, en condiciones actuales de operación de raleo, el consumo de combustible es de 11.35 litros día y 5.90 litros de aceite diarios.

Análisis de Costos

Para el análisis de costos se empleó la metodología de cálculo utilizada por Campos (1987). Esta considera una depreciación lineal y agrupa los diferentes costos en costos de posesión (CP), costos de operación (CO) y costos de mano de obra (CMO). Se determinó la estructura de costos de funcionamiento diario con la finalidad de analizar la incidencia de cada uno de los componentes.

Los cálculos realizados y la información para el cálculo de costos se obtuvieron por medio de encuestas y registros al personal de ADEFOR en lo que refiere al precio de las máquinas, vida útil de las mismas y sus accesorios, entre otros. ADEFOR tiene determinada que la vida útil de la motosierra es 2 años; la espada, de 1 año; mientras que el elemento cortante tiene una vida útil de 15 días. En las condiciones evaluadas de operación de raleo, el consumo de combustible es de 11.35 litros al día y el consumo de aceite de lubricación de la cadena es de 5.90 litros por día, lo cual fue verificado durante la estadía en campo.

El costo total diario está representado por la siguiente ecuación:

$$CT = CF + CVu * Q$$

Dónde:

CT: Costo total (Soles/día)

CF: Costo fijo (\$./día)

CVu: Costo variable unitario (\$./m³)

Q: Producción (m³/día)

Se midió la longitud de troza y longitud total del árbol. El volumen aprovechable se obtuvo sumando los volúmenes de las trozas obtenidas de los mismos por medio de la fórmula de Smalian:

$$v = [(a1+a2) / 2] * l$$

Dónde:

v = Volumen de la troza (m³)

a1= Área transversal en el extremo mayor (m²)

a2= Área transversal en el extremo menor (m²)

l = Longitud de la troza (m)

Resultados

Análisis de Productividad

La productividad en tumbado y trozado encontrada para la zona de Porcón fue de 69.2 m³/día, lo cual representa el trabajo diario de una cuadrilla de un motosierrista y su ayudante. El trabajo efectivo de la motosierra fue de 2:15 horas, para las actividades mencionadas. Por su parte la productividad diaria promedio encontrada para el desrame fue de 15.72 m³, con un promedio de 25 árboles desramados por día, el cual representa el trabajo de un desramador.

Forestación Estudiada

Con respecto a las medidas de posición y dispersión de las variables analizadas, se puede observar que el árbol promedio aprovechada en la zona tiene un diámetro medio a la altura de corte de tumbado de 34 cm con una desviación estándar de 0.0517 cm y un coeficiente de variación de 15.23%. Ello indica que la dispersión de los datos respecto a la media es casi homogénea. La longitud total promedio es de 23.18 m con una desviación estándar de 1.98 m y un coeficiente de variación de 8.5%. El volumen aprovechable promedio para la zona es de 0.63 m³ por árbol.

Estudio de Tiempos de Corta con Motosierra

Como se puede observar en el Cuadro 1, los tiempos productivos representan aproximada-

Motosierra			
Calidad del tiempo	Actividad	Tiempo en jornada (horas)	% Total
Productivos	Limpieza y dirección de caída	00:21	4
	Tumbado	01:03	11.35
	Medición y marcado	00:33	5.95
	Trozado	01:12	12.97
	TOTAL	03:09	34.05
Improductivos	Desenganche de árboles	01:31	16.46
	Paradas necesarias	02:12	23.87
	Imprevistos (clima)	00:30	5.41
	Demoras Innecesarias	01:16	13.69
	Abastecimiento de combustible	00:20	3.60
	Afilado de cadena	00:15	2.70
	TOTAL	06:04	65.68
Total jornada (horas)		09:15	100

Cuadro 1. Resultados del estudio de tiempos para trabajo con motosierra.

mente el 34% de la jornada laboral total, siendo la actividad parcial de trozado (12.97%) la más representativa. Entre los tiempos improductivos, destacan las paradas necesarias (23.87%), el desenganche de los árboles (16.46%) y las demoras innecesarias (13.69%).

En promedio, un ciclo de corta que empieza con la limpieza y determinación de la dirección de caída y culmina con el corte y trozado de la última troza del árbol, tiene una duración media de 110 segundos. La fase de tumbado en promedio demora 36 segundos. El mayor porcentaje corresponde a la fase del trozado, teniéndose un total de 45 segundos por árbol.

La duración de la limpieza y determinación de la dirección de caída por jornada fue de 21 minutos, representando cerca del 4% de la duración total de la jornada de trabajo. El tiempo productivo está constituido por el tiempo de limpieza y dirección de caída, tumbado, medición y marcado para el trozado y el trozado, siendo de 3:09 horas, lo que representa el 34.05% de la jornada

de trabajo. Para abastecer de combustible y aceite para lubricación de cadena a la motosierra se demora un tiempo total de 20 minutos representando el 7.69% del total del tiempo de trabajo. En cuanto al afilado de cadena, se requieren 15 minutos que equivalen al 5.77% del tiempo total. Un porcentaje considerable es debido al desenganche de árboles (16.46%).

Estudio de Tiempos de Desrame con Hacha

De acuerdo al Cuadro 2, para el desrame con hacha, los tiempos productivos sumaron el 40% del tiempo de trabajo. Entre los tiempos improductivos, las paradas necesarias (33%) y las demoras innecesarias (26.64%) totalizaron casi el 60% de toda la jornada laboral. Alrededor de 35.86% (3:19 horas) corresponde al desrame propiamente dicho, es decir, a la acción de quitar las ramas del fuste. Por otro lado, el tiempo dedicado al afilado del hacha abarca solo el 4.5% del tiempo total, lo que equivale a unos 25 minutos. Estos datos nos permiten tener una mejor comprensión de la distribución del tiempo

Desrame con Hacha			
Calidad del tiempo	Actividad	Tiempo en jornada (horas)	% Total
Productivos	Desrame	03:19	35.86
	Afilado del hacha	00:25	4.5
	TOTAL	03:44	40.36
Improductivos	Paradas necesarias	03:03	33
	Demoras Innecesarias	02:27	26.64
	TOTAL	05:31	59.64
Total jornada (horas)		09:15	100

Cuadro 2. Resultados del estudio de tiempos para desrame con hacha.

y la productividad en el proceso de desrame con hacha.

Análisis de Costos

El costo unitario en operaciones de corta está dado por el costo de funcionamiento de la motosierra por día, las horas efectivas por día, la producción diaria y el pago de la mano de obra. Para el caso de las operaciones de corta en las condiciones actuales de trabajo en la zona de Porcón se determinó un costo unitario promedio de 2.20 S/. /m³. Para la zona de estudio, por medio de la productividad encontrada, el costo sería de 151.8 S/. /día. Así mismo en la estructura del costo unitario en operaciones de corta con motosierra, el costo más representativo fue el costo de operación, con 49.84% del total. El segundo costo con mayor incidencia fue el de la mano de obra, que representa el 46.8%. Finalmente, el costo de posesión representa solo el 3.36%.

Para el desrame con hacha el costo de la mano de obra es el de mayor incidencia con 92.3% del total, seguido del costo de posesión con 7.14% y finalmente el costo de operación con menos del 1%. El costo unitario para esta actividad en las condiciones actuales de trabajo para la zona de Porcón fue de 2.31 S/. /m³, siendo el costo de mano de obra el que mayor incidencia tiene dentro de estos costos. La suma de los costos de corta y desrame resultan en un costo unitario de cosecha de 4.51 S/. /m³.

Discusión

Análisis de Productividad

La productividad en tumbado y trozado fue de 30.75 m³ por hora efectiva, lo cual es menor a lo encontrado por Bozovich y Campos (s/f) para la zona de Oxapampa, donde se tiene una productividad de 70 m³ por hora efectiva. Sin embargo, esta productividad es solo de trozado, que en comparación logra resultados similares. En una plantación de *Pinus patula* de 26 años para el corte limpio con motosierra, Balimunsi *et al.* (2011) encontraron productividades de 16.5 y 9.9 m³/h para tumbado y trozado, respectivamente. Estos valores son mayores que los del presente estudio, que encontró promedios de 8.65 m³/h para tumbado y trozado, en una situación de raleo en bosques densos no manejados, lo que perjudicó la productividad debido a la gran cantidad de árboles enganchados. Por otro lado, las condiciones de trabajo del estudio de Balimunsi *et al.* (2011) eran precarias en seguridad y condiciones laborales, factores que también perjudican el rendimiento. Llanga (2012) en su estudio con plantaciones de esta especie en la zona andina de Ecuador, encontró productividad de 24.70 m³ St./hora para cosecha semi-mecanizada, que se convirtió por factor de forma encontrado por Bonazza *et al.* (2019), que resultó en 11.90 m³/hora para una jornada laboral de 8 horas, o sea, un total de 95.12 m³/jornada. Estas diferencias todavía pueden explicarse por

haber en el estudio de Llanga (2012) un equipo más grande, con 5 trabajadores.

Estudio de Tiempos

Corta con motosierra

Los tiempos productivos representaron aproximadamente el 34% de la jornada laboral, siendo la actividad parcial de trozado (12.97%) la más representativa. Llanga (2012) encontró tiempos productivos de alrededor del 30% para la corta y tumbado. Sin embargo, la motosierra también se usó para desrame, lo que requirió aproximadamente el 21% del tiempo del operador. Por lo tanto, la eficiencia alcanzó aproximadamente el 60%, un valor satisfactorio (Llanga 2012). Entre los tiempos improductivos, destacan las paradas necesarias (23.87%), el desenganche de los árboles (16.46%) y las demoras innecesarias (13.69%). En el estudio de Llanga (2012), todos los tiempos improductivos resultaron en alrededor del 40%, similar a los encontrados en este estudio (alrededor del 37%), con la excepción de desenganche de árboles (16.46%), lo que demuestra una posible mejora en calidad, productividad y eficiencia de las operaciones. Esto puede deberse también a muchos otros factores, como el tipo de organización del personal para la jornada diaria, los diámetros y alturas de los árboles a aprovechar, la topografía del terreno, la pericia técnica de los motosierristas, el clima, entre otros.

La fase de limpieza y determinación de la dirección de caída consiste en limpiar la base del fuste cubierta por acículas secas de pino y en determinar la dirección de caída hacia el lugar más despejado para evitar posibles enganches del árbol. En la fase de trozado en promedio se tienen 9 puntos de corte por árbol, con lo cual se obtienen en promedio 8 trozas de 2,5 metros de largo por cada árbol, el número de cortes influye en el tiempo de trozado, que disminuiría si la longitud comercial de las trozas sería mayor. Además, durante la ejecución de esta operación se observó la dificultad para desplazarse entre cada punto de corte debido a las ramas que dificultan el paso, a la cantidad de árboles acumulados en el suelo y la pendiente misma del área de trabajo, un factor que tam-

bién puede haber influido en la productividad más baja que en otros estudios (Suarez 2016).

El tiempo de desenganche fue debido a que los árboles del bosque que actualmente se está aprovechando a la edad de 24 años nunca han recibido manejo, poda o raleo, razón por la cual es un bosque denso. Según Suárez (2016), los tiempos de desenganche generan riesgos de accidentes a los operarios, pues en su intento de desenganchar el árbol realizan cortes en el fuste sin ningún criterio técnico, haciendo que el árbol resbale hasta llegar al suelo y además se generan pérdidas de madera de la base del árbol. Durante esta actividad se desprenden ramas las cuales pueden lastimar a cualquier persona que se encuentre cerca causándole un daño físico. Así mismo, podemos ver que poco más de la mitad del tiempo se debe a descansos necesarios, los cuales se tienen que realizar para continuar luego con el trabajo (Suárez 2016).

Además de eso, no hay un control adecuado de personal, se encontraron tiempos de descanso muy largos y demoras innecesarias. Los tiempos de descanso necesarios incluyen el tiempo de desayuno, almuerzo y otros. Estos tiempos representan 23.87% de la jornada y podrían reducirse con una mejor organización en el sistema de trabajo.

Los imprevistos son tiempos en los que no se puede trabajar para mantenerse la seguridad del trabajo debido a las condiciones climáticas, especialmente tormentas eléctricas, y representan el 5.41% de la jornada diaria de trabajo. Las demoras innecesarias se deben a pérdidas de tiempo por conversaciones, llamadas o mensajes de celular, descansos prolongados, entre otros. Estos representan un total de 1:16 horas al día (13.69%), este tiempo se podría reducir con un mayor control del personal. Por otro lado, Llanga (2012) encontró solo 5% de pérdida de tiempo innecesaria, lo que demuestra la necesidad de inspeccionar las actividades.

Desrame con hacha

Para el desrame con hacha, los tiempos productivos sumaron el 40% del tiempo de trabajo.

Entre los tiempos improductivos, las paradas necesarias (33%) y las demoras innecesarias (26.64%) totalizaron casi el 60% de toda la jornada laboral. Alrededor de 35.86% (3:19 horas) corresponde al desrame propiamente dicho, es decir a la acción de quitar las ramas del fuste; mientras que el afilado abarca el 4.5% del total (25 minutos).

El tiempo de afilado (4,5%) es muy necesario, ya que con un hacha sin filo el tiempo de desrame sería mayor, el filo se pierde debido a la resina del pino, razón por la cual hay que realizar el afilado constantemente. Llanga (2012) encontró más tiempo dedicado al desrame (55%) que en el presente estudio (35.86%), sin embargo, la productividad fue baja (4.5 m³/hora), lo que demuestra una baja eficiencia. Los descansos necesarios incluyen también, como en el caso del tumbado y trozado, el tiempo para ingerir alimentos, además de tiempos de descanso, que abarca 33% del total de la jornada. Los descansos innecesarios se deben a pérdidas de tiempo por conversaciones, llamadas o mensajes de celular, descansos prolongados, o sea, los mismos que para el trabajo con motosierra (Suarez 2016).

Análisis de Costos

El costo unitario del presente estudio fue superior al encontrado por Bozovich y Campos (s/f) para 2 horas efectivas de trabajo en la zona de Oxapampa, siendo este costo de 1.52 S/./m³, pero este costo corresponde solo al trozado y obedece a las condiciones de trabajo de dicha zona. Valores más altos fueron encontrados por Silayo y Mugunga (2014) quienes investigaron la relación de la capacitación con la productividad y los costos del corte con motosierra.

Los autores anteriormente mencionados concluyeron que el 61% del costo unitario era debido a la mano de obra, y que con capacitación adecuada pueden reducirse hasta un 45%. Esto comprueba la importancia económica y operativa de la capacitación periódica de los equipos de trabajo en cosecha forestal. Llanga (2012) encontró un costo unitario para

cosecha semi-mecanizada de 3.97 USD/m³St., equivalente a 1.80 USD/m³. Estos costos fueron más altos que los encontrados por este estudio.

El costo de mano de obra podría reducirse si la productividad aumentara, pero esto se conseguiría reduciendo las demoras innecesarias y los descansos necesarios, qué juntos resultan en corta (37.56%) y desrame (60%) del tiempo total de jornada en cada operación, lo que es mucho tiempo y hace que el trabajo sea operacionalmente inviable. Además, también debe considerarse la influencia negativa del alto porcentaje (16.46%) de árboles enganchados en el manejo de estos bosques, debido a la alta densidad de la plantación.

Conclusiones

Se logró la determinación de la productividad para el raleo de plantaciones de *Pinus patula*, así como los costos operativos de la cosecha forestal, que son datos esenciales para la planificación adecuada de los bosques productivos en Perú. Para la zona de Porcón, Cajamarca se obtuvo en el año de 2016 un costo total de 4.5 S/./m³ de madera tumbada, trozada y desramada. El tiempo productivo de trabajo con motosierra fue de 3:09 horas en los cuales se produjo 69.2 m³ de madera rolliza. Mientras que para el hacha el tiempo productivo fue de 3:44 horas durante los cuales se logró producir 15.72 m³.

Finalmente se puede decir que a medida que se identifiquen y corrijan las demoras innecesarias, se podrá aumentar la productividad y disminuir los costos.

Son necesarios más estudios sobre crecimiento de la especie *Pinus patula* y demás especies en Perú, para optimizar la producción por medio del manejo y para darle un uso final adecuado de acuerdo a las características de la madera que se está obteniendo del raleo y que se obtendrá de la corta final. Asimismo, se debe realizar más estudios sobre plantaciones de otras especies, pues la información en Perú sobre estos temas es muy escasa.

Referencias

- Balimunsi, HK; Kaboggoza, JRS; Abeli, SW; Cavalli, R; Agea, JG. 2011. Working conditions and productivity of logging companies in Mafuga Forest plantation, Western Uganda. *Journal of Tropical Forest Science* 23(3):232–238.
- Bonazza, M; Nicoletti, MF; Cruz, GS; Novack Junior, NS; Sampietro, JA; Silva, PHBM;
- Bozovich, M; Campos, R. s. f. Análisis de rendimientos, consumo de combustible y costos en la operación de trozado con motosierra, en una plantación de *Pinus oocarpa* en Oxapampa. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 15 p.
- Campos, R. 1987. Análisis de productividad y costos en extracciones forestales mecanizadas de la zona de Pucallpa. Tesis (Mg. Sc). Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 233 p.
- Carton, C. 1997. Reforestación y manejo de cuencas en la Cat. Atahualpa Jerusalen Granja Porcon. Cajamarca. 11 p.
- Del Pozo, F. 1996. Factor de conversión en aserrío para productos de raleo en plantaciones de pino patula en Cajamarca. Tesis Ing. Forestal, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 90 p.
- Merino, J; Chuquicaja, C; Pajares, U. 2017. Estimación del valor de uso directo del suelo en el ámbito del Proyecto Piloto de Forestación (PPF), Granja Porcón, Cajamarca.
- Montenegro, R. 2015. Rendimiento en aserrío para trozas provenientes del raleo de una plantación de *Pinus patula* de 22 años en Cajamarca. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 103 p.
- Llanga, PI. 2012. Evaluación de los sistemas de cosecha en plantaciones de pino (*Pinus patula*) en forma mecanizada y semi-mecanizada en la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. Tesis Ing. Forestal, Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 88 p.
- Silayo, SA; Mugunga, GA. 2014. Productivity and costs modeling for tree harvesting operations using chainsaws in plantation forests, Tanzania. *International Journal of Engineering & Technology* 3(4):464–472.
- Suárez, J. 2016. Análisis de productividad y costos en operaciones de corta en el raleo de una plantación de pinos en Porcón – Cajamarca. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 63 p.