



**DOI:** <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.116>

Artículo

## **Análisis financiero de una plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. de pequeña**

Miguel Ángel López López<sup>1\*</sup>

Miguel Caballero Deloya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. México.

\*Autor por correspondencia; correo-e: [lopezma@colpos.mx](mailto:lopezma@colpos.mx)



**Resumen:**

Existen cientos de pequeñas plantaciones de *Pinus patula* en los estados mexicanos de Veracruz, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, entre otros; sin embargo, a la fecha se desconoce su factibilidad financiera. Mediante los conceptos de Valor Presente Neto (VPN), Relación Beneficio/Costo (B/C) y Tasa Interna de Retorno (TIR), se evaluó esta condición de una plantación de *P. patula* de 3 000 m<sup>2</sup> con 17 años de edad, cuya producción se canalizaría a la elaboración de pulpa para papel y de madera aserrada. Tanto los costos como los beneficios y los datos dasométricos se registraron a lo largo del periodo de vida del proyecto, excepto para los primeros cinco y los últimos tres años. Los costos de los cinco años iniciales se derivaron de entrevistas con el dueño de la plantación. Los costos y beneficios durante los tres últimos años se estimaron a partir de los datos dasométricos de la plantación e información regional de los precios de los productos proyectados. Los valores de VPN, relación B/C y TIR fueron MX\$ 37 959.00, 2.32 % y 26.61 %, respectivamente. Los beneficios y costos que más impactaron el balance financiero del proyecto fueron aquellos que ocurrieron al inicio del mismo. Consecuentemente, se recomienda la implementación de estrategias para disminuir costos e incrementar beneficios durante la etapa inicial. Los sistemas agroforestales, entre otros, pueden proveer esquemas adecuados para tal fin.

Fecha de recepción/Reception date: 18 de octubre de 2017

Fecha de aceptación/Acceptance date: 15 de febrero de 2018.

## Introducción

Las plantaciones forestales comerciales (PFC) en México datan de hace varias décadas; sin embargo, su impulso masivo comenzó a finales de la década de 1990, por medio del Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (Prodeplan) (Comisión Nacional Forestal, s/f). En el país, las PFC aún representan una proporción muy baja en términos de superficie, si se les compara con los bosques naturales. Participan, solamente, con 5 % de la producción de madera con respecto de la producción de los bosques naturales del país (Comisión Nacional Forestal, s/f).

El desarrollo de plantaciones de clima templado ha sido lento comparado con lo que sucede en Estados Unidos de América, Chile, Sudáfrica, Colombia, Nueva Zelanda, Malasia y muchos otros países asiáticos y europeos, donde se han establecido extensas superficies de especies forestales, incluidas especies de origen mexicano en muchos casos, como *Pinus radiata* D. Don. y *P. patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. (Muñoz et al., 2010; Sánchez, 2013). A pesar de lo anterior, en los estados de Puebla, Veracruz, Hidalgo y Tlaxcala, principalmente, existe un número considerable de plantaciones comerciales de *P. patula* que varían desde menos de media hectárea, hasta varias hectáreas de extensión. La mayoría de ellas resultan de la iniciativa de campesinos con pequeñas propiedades que confían en que les reeditarán mejores dividendos que los que obtienen de cultivos agrícolas. Desde luego, el establecimiento de este tipo de plantaciones ha sido motivado, al menos de modo parcial, por el programa de reconversión de suelos agrícolas de la Conafor, mismo que contribuye, sin duda, al éxito financiero de los proyectos.

A la fecha, se desconocen informes de estudios financieros de este tipo de sistemas productivos en México, debido a que se trata de pequeñas propiedades o parcelas ejidales, y la mayoría de las actividades silvícolas las realizan el dueño de las plantaciones y miembros de su familia. La falta de capacitación técnica sobre el particular es un común denominador en este ámbito.

Por lo anterior, el presente estudio tuvo por objeto hacer un análisis de la rentabilidad financiera de la productividad biológica y de la transformación del producto (madera en rollo) de una pequeña plantación de *Pinus patula* ubicada en Huayacocotla, Veracruz, que no ha tenido apoyo externo alguno y es representativa de la gran mayoría de las que se distribuyen en la región. En las que han sido beneficiadas por subsidios gubernamentales, se esperaría que el nivel de rentabilidad fuera superior al determinado en el caso que aquí se documenta.

Es menester mencionar que el análisis financiero se hizo *ex post*, en su mayor parte, dado que se trata de un proyecto de plantación todavía vigente al momento que se llevó a cabo el estudio que se describe a continuación. Lo anterior significa que la mayoría de los montos, tanto egresos como ingresos son reales, dado que se cuenta con los registros respectivos a lo largo de 17 años, de 20 que durará el proyecto.

## **Materiales y Métodos**

### **Área de estudio**

La plantación de interés se localiza en el ejido de Palo Bendito, municipio Huayacocotla, Ver., a los 20°27' N y 98°29' O y una altitud de 2 460 m. El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano y nieblas frecuentes, con una temperatura media anual del mes más frío (enero) entre 3 y 8 °C y del más caliente (mayo) mayor que 16 °C. La precipitación pluvial media anual varía de 633 a 1 385 mm (Vásquez *et al.*, 2015).

Los suelos en el área de estudio son de origen sedimentario, principalmente con lutitas y areniscas, con textura general franco-arcillosa. El drenaje superficial es rápido, mientras el interno es lento debido a las altas concentraciones de humus. Los principales suelos son del tipo Feosem lúvico, con una capa rica en materia

orgánica y en nutrimentos, y Vertisol pélicos de textura arcillosa e impermeable. Las pendientes promedio son de 30 % (Domínguez et al., 1997).

Los principales tipos de vegetación son el bosque de pino y el bosque de pino-encino. En el área aledaña a la plantación domina el bosque de pino, en donde *Pinus montezumae* Lamb. y *P. pseudostrobus* L. son las especies dominantes, aunque existen árboles aislados de *P. patula* y *P. leiophylla* Schiede ex Schltdl. & Cham.

En la actualidad, la mayoría de los aprovechamientos forestales en la región se basan en el tratamiento de Árboles Padre; sin embargo, debido a que se conocen las ventajas de la repoblación artificial en términos de acortamiento del turno, así como las altas tasas de crecimiento de *P. patula*, la regeneración se establece inmediatamente después de realizada la corta de regeneración mediante la plantación de individuos de la misma especie.

## **Establecimiento y manejo de la plantación**

La plantación estudiada tiene una extensión de 3 000 m<sup>2</sup> y se estableció a través del sistema denominado cepa común, durante la estación lluviosa (julio) de 1998, con un espaciamiento de 2.5 m entre árboles e hileras. A partir de entonces, se le descuidó y las malezas, especialmente *Baccharis conferta* Kunth, invadieron el sitio y dominaron a los pinos, los cuales las superaron en altura hasta finales de 2003. Después de ese año, los individuos de *B. conferta* sucumbieron gradualmente al quedar bajo el dosel del pino. En 2009, se implementó una limpia para retirar los remanentes de dicha arbustiva, además se hizo una poda de hasta 7.5 m de altura (tres trozas de 2.5 m de longitud), un aclareo experimental muy ligero (solo en algunas parcelas experimentales) y un aclareo comercial a finales de 2015. La corta de regeneración se realizará en 2018, cuando los árboles tengan 20 años de edad, según lo proponen Santiago et al. (2015) para la especie en la región de Zacualtipán, Hidalgo.

## **Determinación de egresos e ingresos**

Los costos en que se incurrió desde el establecimiento de la plantación (1998) hasta 2003 se estimaron con base en cuestionarios aplicados en la comunidad, acerca de los salarios prevalecientes en la zona en los años correspondientes, así como en función de estimaciones de los rendimientos por jornal en las actividades efectuadas en ese período. De 2003 a 2016, los costos de cada una de las actividades llevadas a cabo en la plantación, se registraron puntualmente. Con esta experiencia, durante el citado periodo, se hicieron las estimaciones de las actividades planeadas para la etapa 2016-2018. Así, se conformó el flujo de erogaciones del proyecto, en el que se consideró un incremento anual del salario mínimo de 3.5 %, como ocurrió de 2010 a 2014 (Moreno y Garry 2015).

Los beneficios económicos del proyecto se determinaron a partir de las actividades que produjeron o producirán algún producto mercantil, que corresponden a dos aclareos y una corta de regeneración mediante el sistema de matarrasa. El valor de la madera resultante de los aclareos realizados en los años 2012 y 2015 se registró en su momento. En el caso del volumen de madera por generarse con la corta al final del turno (2018), se hicieron estimaciones con base en los registros dendro-epidométricos de la producción estimada de madera aserrada (pies-tabla), para ello se utilizó la regla *Doyle*. A esta se le aplicó el valor del precio corriente promedio obtenido de varias cotizaciones de madera aserrada en la región comprendida entre Texcoco, Estado. de México, Tulancingo, Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz, en septiembre de 2015.

En los ingresos del proyecto también se consideró la venta de madera para pulpa para papel, la cual procede de la trocería con diámetros superiores a 13 cm y longitud mínima de 1.27 m.

Los volúmenes de madera de la plantación sirvieron para estimar los ingresos con base en mediciones anuales del diámetro a la altura del pecho (*DAP*) de todos los individuos, durante el período 2009-2017. La altura (*A*) de los árboles se calculó a partir del *DAP*, por el modelo de *Gompertz* parametrizado para *Pinus patula* (Santiago, 2009). Con los valores del *DAP* y de *A*, se estimó el volumen (*VOL*) del fuste de cada uno de los árboles, desde 2009 hasta 2016 mediante el modelo generado por Arteaga (2003) para la especie en estudio. Con los volúmenes anuales se determinaron los incrementos en ese rubro (*IVOL*).

Con base en las existencias volumétricas de la plantación, desde 2009 hasta 2015, se elaboró un modelo para representar la acumulación de volumen de madera a través del tiempo y aplicarlo después de la implementación del aclareo de finales de 2015, aun cuando el modelo podría subestimar el volumen de madera después del aclareo, dado que con este tratamiento, los recursos del sitio son redistribuidos en una menor población de árboles, lo que mejora el crecimiento (López y Flores, 2016).

## **Análisis de datos**

Los costos y los ingresos brutos del proyecto a lo largo de su vigencia fueron descontados al año cero (0) del proyecto, con la función *VA* (valor actual) de EXCEL Ver. 2013 (Microsoft Office, 2013). La tasa de descuento de 12 % fue la misma que usaron López y Musálem (2007), la cual también corresponde a la recomendada por Cubbage et al. (2011) para proyectos forestales en México. Con base en los montos descontados de los egresos e ingresos se hicieron los cálculos de los indicadores financieros: Valor presente neto (*VPN*), Relación Beneficio Costo (*B/C*) y Tasa Interna de Retorno (*TIR*) (Sunday et al., 2013). Además, se ejecutó un análisis de las actividades silvícolas que tienen mayor impacto financiero en el proyecto.

La fórmula utilizada para la actualización (VA) de los ingresos brutos (G) y egresos (C) del proyecto fue:

$$VA = VF/(1+r)^n \dots\dots\dots (1) \quad \text{(Lutz, 2011)}$$

Donde:

VA = Valor actual de una erogación (C<sub>0</sub>) o ingreso (G<sub>0</sub>); (\$MX)

VF = Valor futuro de la erogación o ingreso; (\$MX)

r = Tasa de descuento (%)

n = Período en que ocurrió la erogación o ingreso; (año)

A partir de los egresos e ingresos actualizados al año cero, se calculó el VPN, B/C y TIR, con las ecuaciones siguientes:

$$VPN = \sum_{n=1}^t (G_0) - \sum_{n=1}^t (C_0)$$

Donde:

VPN = Valor presente neto del proyecto; (\$MX)

n = Período (anualidad) en que ocurre un ingreso o un egreso

t = Anualidad correspondiente al turno de la plantación

G<sub>0</sub> = Ganancias brutas actualizadas al año cero; (\$MX)

C<sub>0</sub> = Erogaciones económicas actualizadas al año cero; (\$MX)



$$B/C = \sum_{n=1}^t (G_0) / \sum_{n=1}^t (C_0)$$

Donde:

$B/C$  = Relación beneficio costo

$n$  = Período (anualidad) en que ocurre un ingreso o un egreso

$t$  = Anualidad correspondiente al turno de la plantación

$G_0$  = Ganancias brutas actualizadas al año cero; (\$MX)

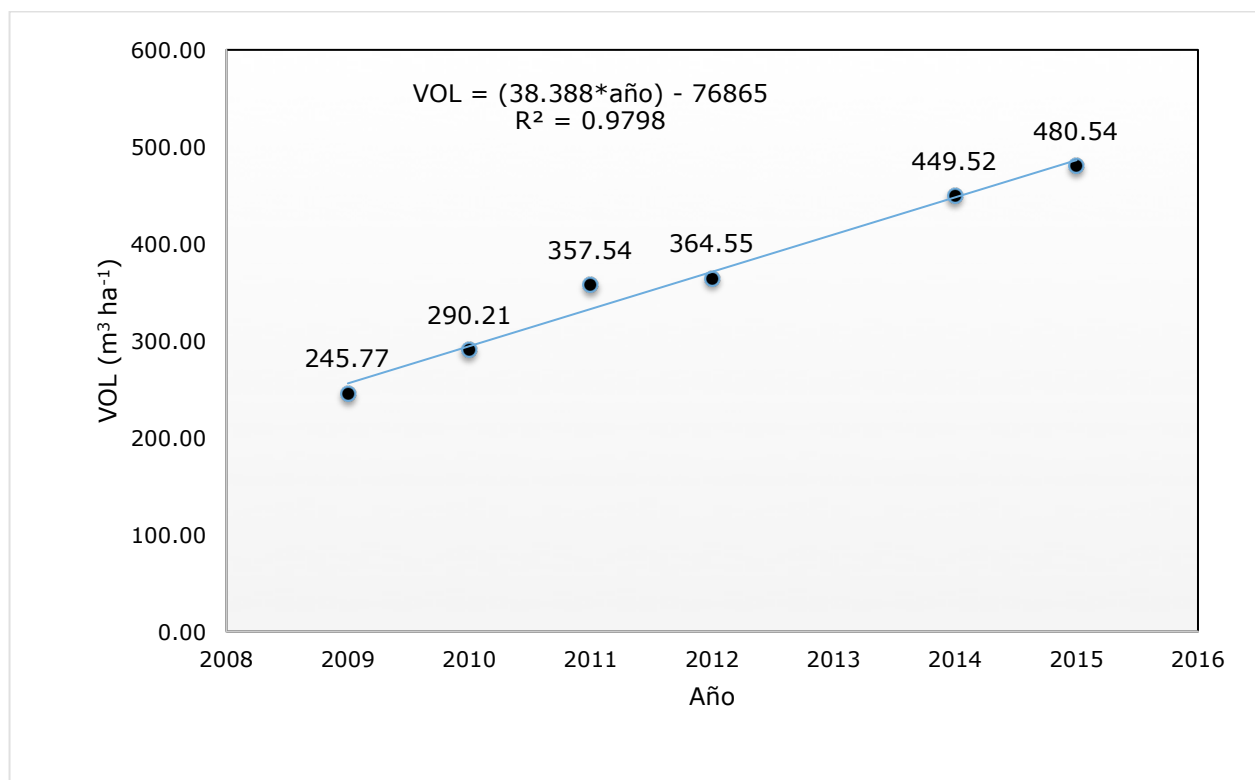
$C_0$  = Erogaciones económicas actualizadas al año cero; (\$MX)

En el caso de la *TIR*, el cálculo se realiza a prueba y error, a partir de la fórmula del *VPN*, lo que hace variar la tasa de descuento ( $r$ ) durante el proceso de actualización (ecuación 1), hasta lograr un  $VNP=0$  (Lutz, 2011). No obstante, en la actualidad existen diversos programas de cómputo para su cálculo en forma práctica; en este caso, se utilizó la calculadora IRR ubicada en el sitio web: <https://financial-calculators.com/irr-calculator> (IRR-Calculator, 2017).

## Resultados y Discusión

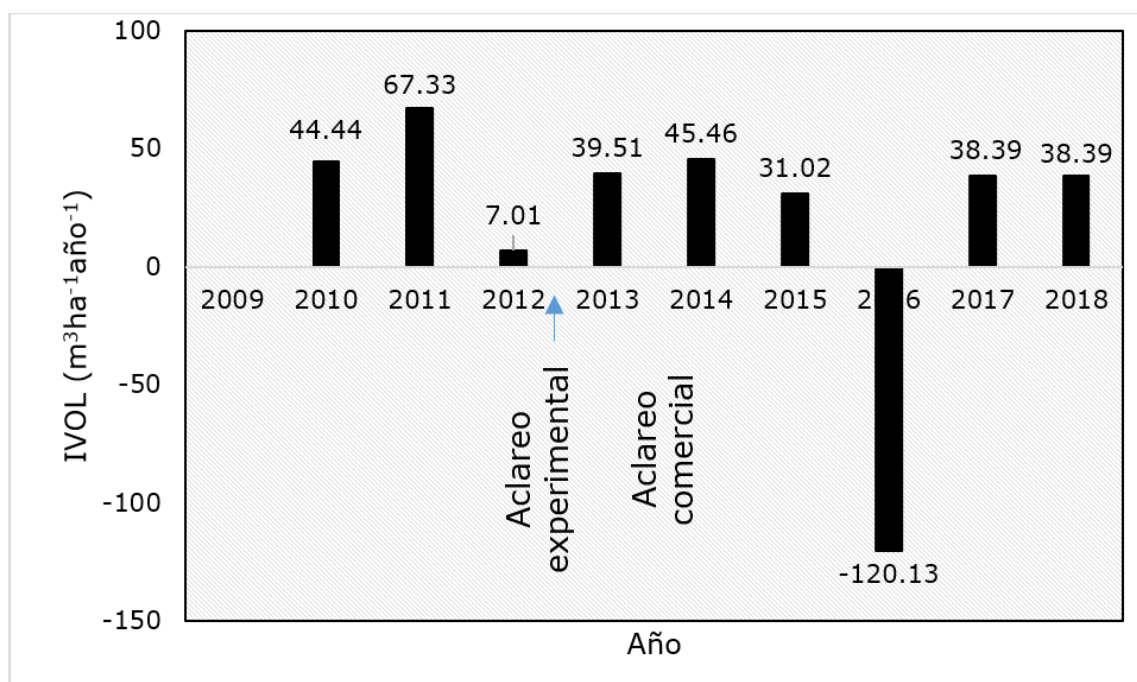
### Desarrollo epidiométrico de la plantación

La Figura 1 muestra los valores de volumen real y modelado por año durante el período 2009-2015. No se cuenta con registros epidiométricos de la plantación anteriores a 2009. La tendencia de la acumulación de volumen de madera de fustes resultó lineal, y alcanzó un incremento de  $38.39 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  (Figura 1), valor similar al consignado por Sáenz *et al.* (2011) para plantaciones de pino en Michoacán y superior, incluso, al indicado por Webb (1980, citado por Muñoz *et al.*, 2010).



**Figura 1.** Volumen real y modelado en la plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en Huayacocotla, Veracruz, durante el período 2009 - 2015.

En la Figura 2 se muestran los incrementos de volumen desde 2009 hasta la conclusión programada del proyecto (2018). En la figura, se observa que los incrementos anuales de volumen aumentaron hasta 2011. Al año siguiente se practicó un aclareo experimental en la plantación, por lo que los incrementos disminuyeron. No obstante, un año después (2013), el incremento de volumen alcanzó un nivel parecido al de 2010 y continuó en aumento; sin embargo, en 2015 se presentó una disminución, que se atribuye a la alta densidad del arbolado, mismo que indica que la plantación requirió de una intervención ese año. Esta aseveración coincide con el hallazgo de Vásquez (2014), quien determinó que la productividad primaria neta (PPN) de esa plantación comenzó a declinar y recomendó la implementación de un aclareo.

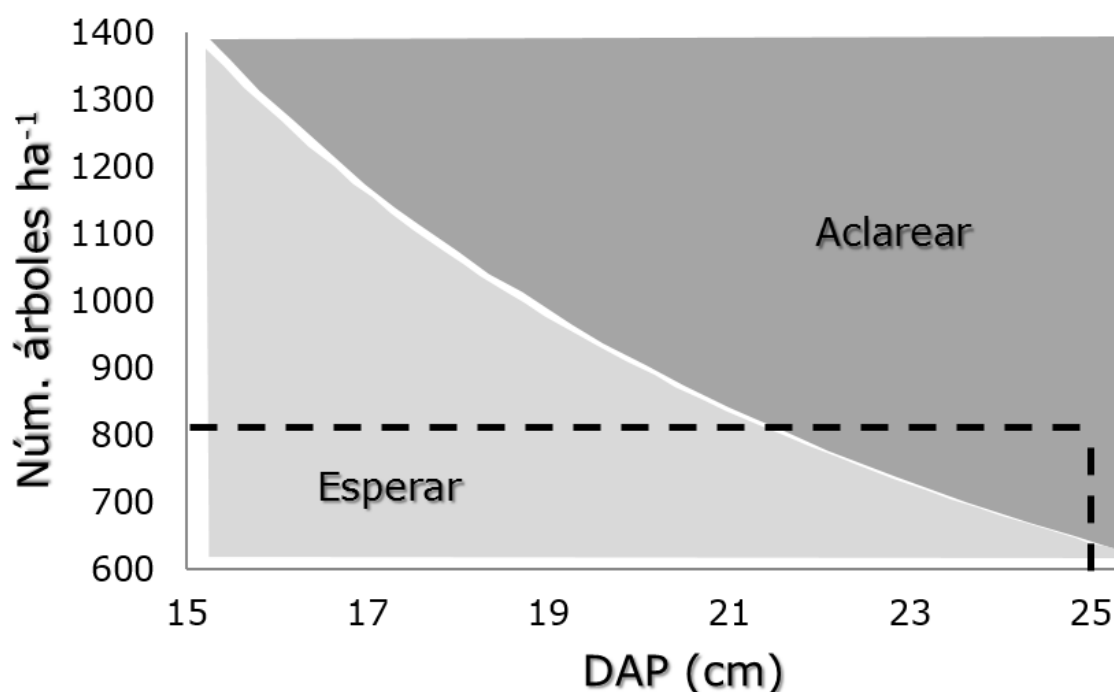


**Figura 2.** Comportamiento del incremento anual de volumen ( $IVOL$ ,  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ ) registrado entre 2009 y 2018, incluidos los aclareos en 2012 y 2015 y predicciones del incremento en volumen entre 2016 y 2018 en la plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en Huayacocotla, Veracruz.

La prescripción de un aclareo en 2015 también se soporta en la guía de densidad para plantaciones de pino para producción de madera, propuesta por Traugott y Dicke (2006) (Figura 3). La plantación bajo estudio tenía 813 árboles  $\text{ha}^{-1}$  en 2015 y un  $DAP$  medio de 25 cm. De acuerdo con la mencionada guía de densidad, adaptada al sistema métrico decimal, la intercepción de estos valores se ubica dentro del “área de aclareo”, pues está por encima de la línea del umbral entre aclareo y no aclareo (Figura 3).

Con base en el modelo de predicción del volumen de la plantación (Figura 1), para 2017 y 2018 se espera que los incrementos volumétricos alcancen al menos el nivel medio que la plantación presentó antes del aclareo ( $38.39 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ , Figura 2); aunque, teóricamente, los incrementos de volumen deberían tener niveles

superiores a los medios, dado el aumento de la disponibilidad de recursos (agua, nutrimentos, luz, espacios aéreo y subterráneo, entre otros) por árbol remanente, después del aclareo (Rodríguez *et al.*, 2011).



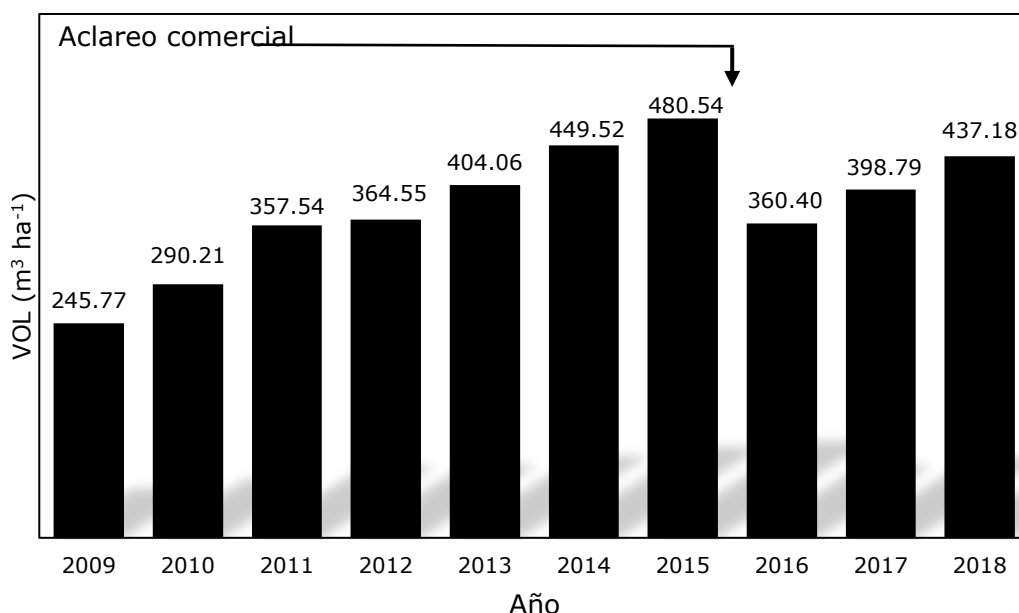
Fuente: Modificado de Traugott y Dicke (2006).

**Figura 3.** Gráfica de decisión para "aclarear o esperar".

La Figura 4 representa los volúmenes registrados, anualmente, para el período comprendido entre el año 2009 y 2015, así como los volúmenes predichos para el período posterior al aclareo comercial.

De acuerdo con la Figura 4, en 2015 se obtuvo un total de 120.14 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (480.54-360.40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) como resultado del aclareo comercial y en 2018, al aplicar la corta de regeneración, se obtendrá un total de 437.18 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. De la conversión, mediante la regla *Doyle*, de la madera en rollo producto del aclareo de 2015 se generaron 1 365 pt, mientras que de la corta de regeneración (año 2018), se estima que se producirá un total de 8 944 pt de madera aserrada. Adicionalmente, las trozas

de 1.27 m de longitud y diámetro inferior superior a 13 cm, una vez apiladas, produjeron un total de 6 m<sup>3</sup> por el aclareo 2015 y 61.5 m<sup>3</sup> por la corta de regeneración en 2018, volúmenes que serán comercializados para la producción de pulpa para papel.



**Figura 4.** Existencias volumétricas registradas en la plantación para el período 2009-2015 y estimadas para el período 2016-2018, después de un aclareo comercial en 2015.

### Análisis financiero de la plantación

Los cuadros 1 y 2 muestran los flujos no actualizado y actualizado, respectivamente de los egresos del proyecto. El segundo indica que las actividades que impactan los costos más intensamente son el pago por servicios técnicos forestales, seguido de la poda. Como lo generaliza Brown (2000) para todo tipo de plantaciones forestales, los costos que afectan en mayor medida los egresos son aquéllos que se realizan en los primeros años del mismo; tal es el caso de las podas que sumadas a los servicios técnicos elevan los costos iniciales.

**Cuadro 1.** Flujo de egresos no actualizados para la plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en Huayacocotla, Veracruz.

Año Núm.	Año	Montos no actualizados por actividades ejecutadas (\$MX ha <sup>-1</sup> )									Total (\$MX.ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1998	667							2 000		2 666
11	2009		1 300		1 667				2 000		4 967
12	2010			15 000	1 667						16 667
13	2011				1 667						1 667
14	2012				1 667	5 333					9 000
15	2013				1 667						1 667
16	2014				1 667						1 667
17	2015				1 667		6 667	6 381	2 000	7 547	24 261
18	2016				1 667						1 667
19	2017				1 667						1 667
20	2018				1 667		13 333	41 812	3 000	72 234	132 046
Total		667	1 300	15 000	16 670	5 333	20 000	48 193	11 000	79 781	107 160

1 = Establecimiento de la plantación; 2 = Limpia; 3 = Poda manual hasta 7.5 m de altura; 4 = Evaluación dendrométrica; 5 = Aclareo experimental y troceo; 6 = Aclareo comercial y cosecha final (derribo y troceo); 7 = Costo de aserrío; 8 = Servicios técnicos forestales; 9 = Transporte de productos.



**Cuadro 2.** Flujo de egresos actualizados para la plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en Huayacocotla, Veracruz, a una tasa de descuento de 12 % para el horizonte del proyecto.

Año Núm.	Año	Montos actualizados por actividades ejecutadas (\$MX ha <sup>-1</sup> )									Total (\$MX.ha <sup>-1</sup> )
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1998	667							2 000		2 667
11	2009		374		479				575		1 428
12	2010			3 850	428						4 278
13	2011				382						382
14	2012				341	1 091			409		1 842
15	2013				304						304
16	2014				272						272
17	2015				243		971	929	291	1 099	3 533
18	2016				217						217
19	2017				193						193
20	2018				173		1 382	4 335	311	7 488	13 689
Total		667	374	3 850	3 032	1 091	2 353	5 264	3 586	8 587	28 805

1 = Establecimiento de la plantación; 2 = Limpia; 3 = Poda manual hasta 7.5 m de altura; 4 = Evaluación dendrométrica; 5 = Aclareo experimental y troceo; 6 = Aclareo comercial y cosecha final (derribo y troceo); 7 = Costo de aserrío; 8 = Servicios técnicos forestales; 9 = Transporte de productos.

Las cotizaciones realizadas para determinar el precio medio de la madera aserrada de pino (\$MX pie tabla<sup>-1</sup>) en las regiones de Texcoco, Estado. de México, Tulancingo, Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz indicaron que fue de \$MX 12.75 para septiembre de 2015. De igual forma, en la región de Huayacocotla, la madera para pulpa se cotizó en \$MX 750.00 por m<sup>3</sup>, apilada a pie de brecha. Con esta base, se configuró el Cuadro 3, en el que se señalan que los ingresos más importantes en la plantación provienen del aclareo comercial y de la corta de regeneración. Estos dos conceptos se verificaron durante los últimos años (años 17 y 20 de 20), lo que hace que al actualizarlos al año

cero tengan poco impacto en los beneficios asociados al proyecto. De acuerdo con lo anterior, se deduce que lo recomendable para este tipo de proyectos es lograr un diseño en el cual los primeros años se incurra en los mínimos costos posibles y se tengan ingresos, mientras estén vigentes. Dicha estrategia también es sugerida por Brown (2000).

**Cuadro 3.** Flujo de ingresos no actualizados y actualizados para la plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en Huayacocotla, Veracruz, a una tasa de descuento de 12 % para el horizonte del proyecto.

Año Núm.	Año	Montos no actualizados (\$MXha <sup>-1</sup> )		Montos actualizados (\$MXha <sup>-1</sup> )		Total actualizado (\$MXha <sup>-1</sup> )
		1	2	1	2	
0	1998					0
11	2009					0
12	2010					0
13	2011					0
14	2012	4 250		870		870
15	2013					0
16	2014					0
17	2015	58 008	14 112	8 448	2 055	10 504
18	2016					0
19	2017					0
20	2018	380 112	154 200	39 405	14 318	53 723
Total		442 370	168 312	48 723	16 374	66 764

1 = Madera aserrada; 2 = Madera para pulpa.



Lo anterior puede lograrse; por ejemplo, con la incorporación de densidades altas de arbolado, con el objeto de realizar un aclareo comercial en los primeros 5 a 10 años en el que se pueda vender postes o pulpa para papel. Adicionalmente, con un sistema de alta densidad es posible evitar actividades tales como limpias y podas, al inicio del proyecto, lo que disminuiría las erogaciones por la ejecución de esas actividades.

Otra posibilidad para generar ingresos en los primeros años es la implementación de sistemas agroforestales. En este caso, la densidad del arbolado deberá ser tan baja que permita el cultivo de especies agrícolas que aporten recursos económicos durante los primeros años, antes de que ocurra el cierre de copas (Conafor-UACH, 2013). López y Musálem (2007) evaluaron varias alternativas de esos sistemas y citan que algunas de ellas, especialmente, las que incluyen cultivos agrícolas redituables como café, cacahuete y en algunos casos maíz intercalados con cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) mejoraron o mantuvieron la rentabilidad de los proyectos e incrementaron su aceptación social.

Romo et al. (2012) identificaron en El Fortín, municipio Atzalan, Veracruz, en el sistema agrosilvopastoril diseñado mediante la combinación de melina arbórea (*Gmelina arborea* Roxb.) maíz, pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. y bovinos se registraron los mejores indicadores financieros.

La combinación de árboles maderables con el cultivo de árboles de Navidad puede constituir una alternativa para generar ingresos durante los primeros 8 a 12 años, en particular, pero no exclusivamente, en climas templados. Al respecto, la densidad de arbolado para madera debe ser baja, para que los árboles de Navidad reciban suficiente radiación solar y presenten un buen desarrollo en sus copas.

Al final del proyecto, el valor presente neto del mismo resultó positivo ( $VPN = \$MX\ 37\ 959.00\ ha^{-1}$ ) (Cuadro 4), lo que indica que la implementación de la plantación estudiada es redituable desde el punto de vista financiero (Holopainen et al., 2010). Lo anterior se confirma por la relación beneficio-costos ( $B/C$ ), misma que fue de 2.32 (Cuadro 4). Esto significa que cada peso invertido en el proyecto se recupera y adicionalmente se obtiene \$1.32

por peso invertido. El valor para la relación  $B/C$  es comparable a los documentados por López y Musálem (2007) para sistemas agroforestales o plantaciones de cedro rojo (*C. odorata*), primavera [*Roseodendron donnell-smithii* (Rose) Miranda] o cedro nogal (*Juglans pyriformis* Liebm.) en Los Tuxtlas, Veracruz, y superior a los determinados para el sistema agroforestal recomendado por Romo *et al.* (2012).

**Cuadro 4.** Valor presente neto y relación beneficio/costo de la plantación de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. ubicada en Huayacocotla, Ver.

<b>Variable financiera</b>	<b>Monto (\$MX)</b>	<b>VPN (\$MX)</b>	<b>B/C (%)</b>	<b>TIR (%)</b>
Beneficios actualizados	66 764	37 959	2.32	26.61
Costos actualizados	28 805			

La  $TIR$  resultó igual a 26.61 %, lo que implica que solo con una tasa de descuento tan elevada, el  $VPN$  sería nulo (cero); sin embargo, dado que la tasa de descuento es mucho menor (12 %), la viabilidad financiera de este proyecto es buena.

Los indicadores muestran que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero, aun cuando en la cuantificación de ingresos por aserrío se consideró como precio de la madera, el de segunda clase. Ello reduce el margen estimado de ganancia, pues en realidad, en la plantación se han aplicado podas que garantizan la producción de una proporción considerable de madera de primera clase, lo que significa mayores precios del producto, que aumentarán el  $VPN$ , la relación  $B/C$  y la  $TIR$ .

En el análisis no se incluyeron los apoyos financieros de origen gubernamental (subsidios). De haberlos considerado, porque son factibles de conseguir para este

tipo de proyectos, es altamente probable que los indicadores financieros mejoren de modo sustancial.

## Conclusiones

Las finanzas del proyecto serán positivas al final, pues generará ingresos brutos equivalentes a 2.32 % con respecto a los costos; soportan una tasa de descuento tan elevada como 26.61 %, antes de que el *VPN* tome valores negativos. De acuerdo con la actual tasa de descuento (12 %) y el valor de la *TIR* (26.61 %), el proyecto es financieramente redituable. Su rentabilidad puede ser mayor con la adopción de algún sistema agroforestal.

La evaluación financiera del presente análisis destaca el hecho de que las condiciones de productividad del sitio son muy favorables para la producción maderable a través del establecimiento de plantaciones forestales. Es factible aumentar la rentabilidad de este tipo de proyectos mediante la reducción de la duración del turno comercial de las especies seleccionadas, y lograr asociar la producción de la madera obtenida en la plantación con la elaboración de productos de mayor valor agregado.

Por lo anterior, se recomienda, ampliamente, el establecimiento de plantaciones similares en la zona de estudio, dado que constituyen una alternativa rentable del uso de las pequeñas propiedades o parcelas ejidales. Por otro lado, los costos de establecimiento y mantenimiento, en su mayoría, pueden ser cubiertos por los propietarios del terreno, aun en ausencia de subsidios gubernamentales. Esta alternativa de producción abre un nuevo horizonte de ingreso a los habitantes locales, que se suma a la agricultura y a la ganadería local.

## **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## **Contribución por autor**

Miguel Ángel López López: registro y análisis de datos financieros, elaboración y corrección del manuscrito; Miguel Caballero Deloya: análisis de datos y revisión del manuscrito.

## **Referencias**

Arteaga M., B. 2003. Evaluación dasométrica de una plantación de *Pinus* sp. en Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 5(1): 27-32.

Brown, C. 2000. The global outlook for future wood supply from forest plantations. Global Forest Products Outlook Studies (GFPOS) Working Paper No. 3. FAO. Rome, Italy. 141 p.

Comisión Nacional Forestal (s/f). Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/PFC.pdf> (16 de septiembre de 2015).

Comisión Nacional Forestal-Universidad Autónoma Chapingo. 2013. Sistemas agroforestales maderables en México. 146 p.

[http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/8/5572SISTEMAS AGROFORESTALES MADERABLES EN MEXICO AVM.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/8/5572SISTEMAS%20AGROFORESTALES%20MADERABLES%20EN%20MEXICO%20AVM.pdf). (2 de octubre del 2015).

- Cubbage, F. W., R. R. Davis y G. E. Frey. 2011. Guía para la evaluación económica y financiera de proyectos forestales comunitarios en México. Banco Mundial. Documento de trabajo No. 2. 42 p. [https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Guia\\_para\\_la\\_evaluacion\\_economica\\_y\\_financiera\\_de\\_proyectos\\_forestales\\_comunitarios\\_en\\_mexico.pdf](https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Guia_para_la_evaluacion_economica_y_financiera_de_proyectos_forestales_comunitarios_en_mexico.pdf) (16 de febrero de 2016).
- Domínguez A., F. A., M. Rodríguez A. y C. Mallén R. 1997. Evaluación de cuatro intensidades de poda en una plantación de *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región de Huayacocotla, Veracruz. Revista Ciencia Forestal en México 22(82): 15-32.
- Holopainen, M., A. Mäkinen, J. Rasinmäki, K. Hyytiäinen, S. Bayazidi, M. Vastarana and I. Pietilä. 2010. Uncertainty in forest net present value estimations. Forests 1: 177-193.
- IRR-Calculator. 2017. Financial-calculators. <https://financial-calculators.com/irr-calculator> (7 de diciembre de 2017).
- López L., M. A. y P. Flores N. 2016. Captura de carbono en un bosque de *Pinus patula* en relación con la densidad de arbolado y fertilización química. In: Paz, F. y R. Torres (eds.). Estado actual del conocimiento del ciclo de carbono y sus interacciones en México. Síntesis a 2016. Serie Síntesis Nacionales, Programa Mexicano del Carbono- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Texcoco, Edo. de Méx., México. pp. 716-723.
- López S., E. y M. A. Musálem S. 2007. Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 13(1):59-66.
- Lutz, J. 2011. Jobs and Housing Starts: which comes first? Forest Research Notes. 8(3): 1-4. <http://www.forestresearchgroup.com/Newsletters/V8No1.pdf>(13 de julio de 2017).
- Microsoft Office. 2013. EXCEL Ver. 2013. <https://support.office.com/es-es/article/va-función-v-23879d31-0e02-4321-be01-da16e8168cbd> (22 de marzo de 2017).

Moreno B., J. C. y S. Garry. 2015. El salario mínimo en México: en falta con la constitución mexicana y una aberración en América Latina. *In*: Mancera, M. A. (ed.). Del salario mínimo al salario digno. Consejo Económico y Social de la Ciudad de México Ciudad de México. pp. 105-121

[http://www.sedeco.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Salario%20minimo/Libro\\_Salario\\_Minimo\\_al\\_Salario\\_Digno.pdf](http://www.sedeco.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Salario%20minimo/Libro_Salario_Minimo_al_Salario_Digno.pdf) (7 de diciembre de 2017).

Muñoz F., H. J., G. Orozco G., V. M. Coria A. y J. J. García M. 2010. Factores ambientales de *Pinus patula* Schl. et Cham. y su adaptación a las condiciones de la Sierra Purépecha, Michoacán. *Foresta Veracruzana* 12(2): 27-33.

Rodríguez O., G., V. A. González H., A. Aldrete, H. M. de los Santos P., A. Gómez G. y A. M. Fierros G. 2011. Modelos para estimar crecimiento y eficiencia de crecimiento en plantaciones de *Pinus patula* en respuesta al aclareo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34(3): 205-212.

Romo L., J. L., Y. B. García C., M. Uribe G. y D. A. Rodríguez T. 2012. Prospectiva financiera de los sistemas agroforestales de El Fortín, municipio de Atzacan, Ver. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18(1): 43-55.

Sáenz R., J. T., H. J. Muñoz F. y A. Rueda S. 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. *Campo Experimental Uruapan*, INIFAP CIR Pacífico Centro. Uruapan, Mich., México. 213 p.

Sánchez P., A. 2013. Desarrollo y verificación de concentraciones críticas y normas DRIS para brinzales y latizales de *Pinus patula* Schl. et Cham. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 54 p.

Santiago G., W. 2009. Sistema de crecimiento y rendimiento para *Pinus patula* de Zacualtipán, Hidalgo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado Forestal. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 78 p.

Santiago G., W., H. M. de los Santos P., G. Ángeles P., J. R. Valdez L., J. J Corral R., G. Rodríguez O. y E. Santiago G. 2015. Modelos de crecimiento y rendimiento de totalidad del rodal para *Pinus patula*. Madera y Bosques 21(3): 95-110.

Sunday, J. A., E. D. Dickens and D. J. Moorhead. 2013. Economics of growing loblolly pine to a 15-year rotation with intensive management – Net present value. Series paper 2. Warnell School of Natural Resources, University of Georgia. 11 p.

[http://www.forestproductivity.net/economics/Econ\\_Series\\_Paper\\_2.pdf](http://www.forestproductivity.net/economics/Econ_Series_Paper_2.pdf) (15 de noviembre de 2016).

Traugott, T. A. and S. Dicke. 2006. Are my pine trees ready to thin? Mississippi State University Extension Service. Publication #2260. 12 p. <https://yeungus.com/are-my-pine-trees-ready-to-thin-free-related-pdf.html> (14 de julio de 2016).

Vásquez G., I. 2014. Aclareo y fertilización en la productividad primaria neta y recirculación nutrimental en plantaciones de pino. Tesis de Doctorado en Ciencias. Postgrado en Ciencias Forestales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 53 p.

Vásquez G., I., M. A. López L., G. Ángeles P., A. Trinidad S. y M. Jiménez C. 2015. Aclareo y fertilización química en la productividad primaria neta de plantaciones de *Pinus patula* Schltdl. et Cham. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 6(31):82-93.