



Ministerio de
Agricultura y Riego

Instituto Nacional
de Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Pucallpa



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLOGICO AGRARIO

PROGRAMA PRESUPUESTAL 130

“Aprovechamiento Eficiente de los Recursos Forestales y Fauna Silvestre”

“Rendimiento Maderable de Plantaciones Forestales establecidos en Cinco Regiones de la Amazonía Peruana”



Elaborado: - Wálter Angulo Ruíz
- Hilter Fasabi Pashanasi

Pucallpa, 2016

Esta publicación fue posible gracias al Financiamiento del Programa Presupuestal - 130 "Aprovechamiento Eficiente de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre".

"Rendimiento Maderable de Plantaciones Forestales establecidos en Cinco Regiones de la Amazonía Peruana"

Primera Edición, Diciembre 2016

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2016-17962

Editado por:

Estación Experimental Agraria Pucallpa - INIA
Carretera Federico Basadre Km 4 – Pucallpa – Perú.
Teléfonos: 061-571813 / 061-575751 / Telefax: 061-575009
Programa presupuestal 130 - "Aprovechamiento eficiente
de los recursos forestales y de fauna silvestre"

Elaboración y Edición:

- Ing. M.Sc. Wálter Angulo Ruíz
- Ing. Hilter Fasabi Pashanasi

Colaboradores:

- Bach. Gina Ruíz Castro
- Tco. Tulio Amasifuen del Aguila
- Tco. Ramón Pacaya Manihuari
- Tco. Hilter Fasabi Taunama

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

Setermino de Imprimir en Diciembre 2016

Talleres de: Bastos Rioja Alcira Mercedes
Jr. Belizario Panduro Mz. 29 Lt. 02 - C.P. San José de Yarinacocha

V. CONCLUSIÓN

La plantación de tornillo establecido en la Amazonía Peruana presenta mayor rendimiento en la Región de Huánuco (Tingo María – UNAS) con relación a la Región de Ucayali y Loreto, por ser la más antigua. A los 65 años presenta un DAP promedio de 72.2 cm; un IMADAP de 1.1 cm/año; un volumen comercial promedio de 766.21 m³/ha y un IMAVOL de 40.2 m³/ha/año.

En cuanto a la caracterización de las propiedades químicas del suelo en las tres regiones (Huánuco, Ucayali, Loreto) donde está establecido la especie tornillo, el nivel del pH es extremadamente ácido, fósforo disponible entre bajo a medio; potasio disponible entre muy bajo a alto y una saturación de aluminio alto, características muy típica de un suelo ultisol. En cuanto a la fertilidad del suelo el diagrama indica que las áreas de plantación se encuentran en zonas de baja fertilidad donde la disponibilidad de fósforo, potasio y magnesio es bajo, encontrándose una alta saturación de aluminio.

Mediante análisis estadístico de comparación de medias entre tratamiento (altura) por plantación no existe diferencia significativa, silviculturalmente se puede inferir que todas tienen buen crecimiento.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Angulo, W. 2007. Lanzamiento de tecnología “Manejo de plantaciones de Tornillo”. INIEA. Pucallpa. Informe final. 32 p.

Angulo, W. 2008. Efecto de tres factores de sitio en el rendimiento maderable de las plantaciones de dos especies forestales en la Estación Experimental Alexander von Humboldt. Tesis MSc. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Angulo, W. 2014. Crecimiento y productividad de la plantación de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, establecida en diferentes condiciones de sitio, en suelo inceptisol en el Bosque Alexander von Humboldt. MINAGRI – INIA. 31 p.

Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José. 157 p.

Díaz, E. 2003. Interpretación de análisis de suelo. Software.

Louman, B. 2001. Sistemas silviculturales. En: Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 81 - 129 p.

MINAM. 2015. Hacia una estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático – ENBCC. Documento preliminar.

Piotto, D. 2001. Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua; comportamiento de las especies y preferencias de los productos. Tesis MSc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 153 p.

Ugalde, L. 2003. El sistema MIRA componente de silvicultura. Versión 2.9 – 2003. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 91 p.

Vallejos, B. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final. Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Charotega (IDFAO). Proyecto Madeleña – 3. C.R. 132 p.

CONTENIDO

		Pag.
	RESUMEN	2
I	INTRODUCCIÓN	3
II	ANTECEDENTES	4
2.1	Importancia de las plantaciones forestales en la Amazonia Peruana	4
2.2	Deforestación en la Amazonia Peruana	4
2.3	Deforestación a nivel de Provincia por Región	5
2.4	Deforestación en Bosques de Producción Permanente por Región	6
III	MATERIALES Y MÉTODOS	6
3.1	Material de estudio	6
3.2	Variables evaluadas	6
3.3	Muestreo y análisis de suelo	7
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4.1	REGIÓN LORETO	7
4.1.1	Plantación de Tornillo en sistema multiestrato	7
4.1.1.1	Crecimiento	7
4.1.1.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	7
4.1.1.1.2	Altura total y altura dominante	7
4.1.1.2	Productividad	7
4.1.1.2.1	Area basal	8
4.1.1.2.2	Volumen	8
4.1.1.3	Análisis de suelo	8
4.1.1.3.1	Fertilidad de suelo	8
4.1.2	Plantación de Tornillo en sistema agroforestal	9
4.1.2.1	Crecimiento	9
4.1.2.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	9
4.1.2.1.2	Altura total y altura dominante	9
4.1.2.2	Productividad	9
4.1.2.2.1	Area basal	9
4.1.2.2.2	Volumen	9
4.1.2.3	Análisis de suelo	10
4.1.2.3.1	Fertilidad de suelo	10
4.1.3	Plantación de Tornillo a campo abierto - Puerto Almendra	10
4.1.3.1	Crecimiento	10
4.1.3.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	11
4.1.3.1.2	Altura total y altura dominante	11
4.1.3.2	Productividad	11
4.1.3.2.1	Area basal	11
4.1.3.2.2	Volumen	11
4.1.3.3	Análisis de suelo	11
4.1.3.3.1	Fertilidad de suelo	12
4.1.4	Plantación de Tornillo a campo abierto - Iquitos - Nauta	12
4.1.4.1	Crecimiento	12
4.1.4.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	12
4.1.4.1.2	Altura total y altura dominante	12
4.1.4.2	Productividad	13
4.1.4.2.1	Area basal	13
4.1.4.2.2	Volumen	13
4.1.4.3	Análisis de suelo	13
4.1.4.3.1	Fertilidad de suelo	13
4.2	REGIÓN UCAYALI	14
4.2.1	Plantación de Tornillo en fajas de 5 metros de ancho	14
4.2.1.1	Crecimiento	14
4.2.1.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	14
4.2.1.1.2	Altura total y altura dominante	14
4.2.1.2	Productividad	14
4.2.1.2.1	Area basal	14
4.2.1.2.2	Volumen	15
4.2.1.3	Análisis de suelo	15

4.2.1.3.1	Fertilidad de suelo	15
4.2.2	Plantación de Tornillo a campo abierto - Alexander von Humboldt	15
4.2.2.1	Crecimiento	15
4.2.2.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	16
4.2.2.1.2	Altura total y altura dominante	16
4.2.2.2	Productividad	16
4.2.2.2.1	Area basal	16
4.2.2.2.2	Volumen	16
4.2.2.3	Analisis de suelo	16
4.2.2.3.1	Fertilidad de suelo	17
4.2.3	Plantación de Marupa en sistema agroforestal - Yanayacu	17
4.2.3.1	Crecimiento	17
4.2.3.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	17
4.2.3.1.2	Altura total y altura dominante	17
4.2.3.2	Productividad	18
4.2.3.2.1	Area basal	18
4.2.3.2.2	Volumen	18
4.2.3.3	Analisis de suelo	18
4.2.3.3.1	Fertilidad de suelo	18
4.2.4	Plantación de Pumaquiro como lindero - C.F.B. Km 37	19
4.2.4.1	Crecimiento	19
4.2.4.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	19
4.2.4.1.2	Altura total y altura dominante	19
4.2.4.2	Productividad	19
4.2.4.2.1	Area basal	19
4.2.4.2.2	Volumen	19
4.2.4.3	Analisis de suelo	20
4.2.4.3.1	Fertilidad de suelo	20
4.3	REGIÓN HUANUCO	20
4.3.1	Plantación de Tornillo a campo abierto - Universidad Nacional Agraria la Selva	20
4.3.1.1	Crecimiento	20
4.3.1.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	21
4.3.1.1.2	Altura total y altura dominante	21
4.3.1.2	Productividad	21
4.3.1.2.1	Area basal	21
4.3.1.2.2	Volumen	21
4.3.1.3	Analisis de suelo	21
4.3.1.3.1	Fertilidad de suelo	22
4.4	REGION CERRO DE PASCO	22
4.4.1	Plantación de Ulcumano asociado con Café - Villa Rica	22
4.4.1.1	Crecimiento	22
4.4.1.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	22
4.4.1.1.2	Altura total y altura dominante	22
4.4.1.2	Productividad	23
4.4.1.2.1	Area basal	23
4.4.1.2.2	Volumen	23
4.4.1.3	Analisis de suelo	23
4.4.1.3.1	Fertilidad de suelo	23
4.5	REGIÓN SAN MARTIN	24
4.5.1	Plantación de Capirona a campo abierto - Cerro Escalera, Uruhuasha	24
4.5.1.1	Crecimiento	24
4.5.1.1.1	Diametro a la altura del pecho (DAP)	24
4.5.1.1.2	Altura total y altura dominante	24
4.5.1.2	Productividad	24
4.5.1.2.1	Area basal	24
4.5.1.2.2	Volumen	24
4.5.1.3	Analisis de suelo	25
4.5.1.3.1	Fertilidad de suelo	25
V	CONCLUSIONES	26
VI	LITERATURA CITADA	26

38.20 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 3, con 1075.14 m³/ha y 645.08 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 28.90 m³/ha/año.

4.5.1.3. Análisis de suelo

En el cuadro 38 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es ligeramente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fosforo y potasio disponible con un nivel crítico entre alto a medio respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico bajo.

Cuadro 38. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcela	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	L. A ¹	134.06 A	6.70 A	167.57 A	831.83 A	625.48 A	2.38 B
2	C. Abierto	Ultisol	L. A ¹	133.24 A	6.66 A	166.56 A	389.93 A	379.08 M	1.80 B
3	C. Abierto	Ultisol	L. A ¹	131.22 A	6.56 A	164.02 A	728.81 A	587.87 A	2.22 B

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: L.A¹ = Ligeramente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.5.1.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 12, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 12. Fertilidad del área de plantación de Capirona - Cerro Escalera, Uruhuasha



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.5. REGIÓN SAN MARTIN:

4.5.1. Plantación de Capirona a campo abierto



Lugar : Cerro Escalera, Uruhuasha
 Coordenada : 18 M 0353446 UTM 9285284
 Altitud : 697 msnm
 Fisiografía : Plana
 Edad : 10 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcillosa
 Distancia : 3 x 3 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.5.1.1. Crecimiento

En el cuadro 36 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento de Capirona, obtenido de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 36. Promedio de las variables de crecimiento de Capirona a campo abierto.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMINAN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALT (m/año)
1	100	23.7	17.00	20.80	2.4	1.70
2	100	29.0	19.90	22.30	3.0	1.90
3	100	27.4	18.70	21.50	2.8	1.90

4.5.1.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 36 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 2, con 29.0 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 3.0 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 1, con un diámetro de 23.7 cm y un incremento medio anual en DAP de 2.4 cm/año.

4.5.1.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 36, se observa que Capirona tiene el mayor crecimiento en la parcela 2, teniendo una altura promedio y dominante de 19.90 m y 22.30 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.90 m/año. Y la menor altura total y dominante presenta en la parcela 1, teniendo 17.00 m y 20.80 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.70 m/año.

4.5.1.2. Productividad

En el cuadro 37 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 37. Promedio de las variables de productividad de Capirona a campo abierto.

PARCELA	ARBASAL (m²/ha)	VOLTOTAL (m³/ha)	VOLCOMER (m³/ha)	IMAVOL (m³/ha/año)
1	18.40	140.76	84.46	10.59
2	27.50	231.41	138.85	13.26
3	24.60	207.00	124.20	11.23

4.5.1.2.1. Area basal

En el cuadro 37 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela 2, con 119.50 m²/ha y el menor resultado se obtuvo en la parcela 3, con 90.50 m²/ha.

4.5.1.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 37 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 2, con 1537.97 m³/ha y 922.78 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de

INDICE DE CUADROS

Pag.		
Cuadro 1.	Pérdida de cobertura boscosa en la Amazonia	4
Cuadro 2.	Superficie deforestada, acumulada y tasa de deforestación por Región	5
Cuadro 3.	Provincias más deforestadas por Región del 2010 al 2014	5
Cuadro 4.	Bosque de producción permanentes deforestados por Región	6
Cuadro 5.	Parámetros de medición con su descripción a obtener	6
Cuadro 6.	Promedio de las variables de crecimiento de Tornillo a campo abierto	7
Cuadro 7.	Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto	8
Cuadro 8.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	8
Cuadro 9.	Promedios de las variables de crecimiento de Tornillo en SAFs	9
Cuadro 10.	Promedios de las variables de profundidad del Tornillo en SAFs	9
Cuadro 11.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	10
Cuadro 12.	Promedios de las variables de crecimiento de Tornillo a campo abierto - UNAP	11
Cuadro 13.	Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto - UNAP	11
Cuadro 14.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	11
Cuadro 15.	Promedios de las variables de crecimiento de Tornillo a campo abierto	12
Cuadro 16.	Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto	13
Cuadro 17.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	13
Cuadro 18.	Promedios de las variables de crecimiento de Tornillo en fajas de 5 m de ancho	14
Cuadro 19.	Promedio de las variables de productividad de Tornillo en fajas de 5 m de ancho	14
Cuadro 20.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	15
Cuadro 21.	Promedios de las variables de crecimiento de Tornillo a campo abierto	16
Cuadro 22.	Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto	16
Cuadro 23.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	16
Cuadro 24.	Promedios de las variables de crecimiento de Marupa en SAFs	17
Cuadro 25.	Promedio de las variables de productividad de Marupa en SAFs	18
Cuadro 26.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	18
Cuadro 27.	Promedios de las variables de crecimiento de Pumaquiro como lindero	19
Cuadro 28.	Promedio de las variables de productividad de Pumaquiro como lindero	19
Cuadro 29.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	20
Cuadro 30.	Promedios de las variables de crecimiento de Tornillo a campo abierto	21
Cuadro 31.	Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto	21
Cuadro 32.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	21
Cuadro 33.	Promedios de las variables de crecimiento de Ulcumano asociado con Café	22
Cuadro 34.	Promedios de las variables de productividad de Ulcumano asociado con Café	23
Cuadro 35.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	23
Cuadro 36.	Promedios de las variables de crecimiento de Capirona a campo abierto	24
Cuadro 37.	Promedios de las variables de productividad de Capirona a campo abierto	24
Cuadro 38.	Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad	25

INDICE DE GRÁFICOS

Pag.		
Gráfico 1.	Pérdida de bosque por Región entre el 2001 al 2014	4
Gráfico 2.	Fertilidad del área de plantación de Tornillo - San Ramón	8
Gráfico 3.	Fertilidad del área de plantación de Tornillo - El Dorado	10
Gráfico 4.	Fertilidad del área de plantación de Tornillo - UNAP	12
Gráfico 5.	Fertilidad del área de plantación de Tornillo - Km 50. Carretera. Iquitos - Nauta	13
Gráfico 6.	Fertilidad del área de plantación de Tornillo - Alexander von Humboldt	15
Gráfico 7.	Fertilidad del área de plantación de Tornillo - Alexander von Humboldt	17
Gráfico 8.	Fertilidad del área de plantación de Marupa - Yanayacu	18
Gráfico 9.	Fertilidad del área de plantación de Pumaquiro - C.F.B. Km. 37	20
Gráfico 10.	Fertilidad del área de plantación de Tornillo - UNAS	22
Gráfico 11.	Fertilidad del área de plantación de Ulcumano - Villa Rica	23
Gráfico 12.	Fertilidad del área de plantación de Capirona - Cerro Escalera, Uruhuasha	

RESUMEN

Desde 1970, en la Amazonía Peruana se ha implementado una serie de proyectos en silvicultura tropical, estableciéndose plantaciones forestales comerciales con un limitado conocimiento de su rendimiento maderable/ha. Con la finalidad de contribuir con el desarrollo forestal, el INIA en el año 2015 ha realizado evaluaciones de plantaciones comerciales en cinco regiones de la Amazonía peruana (Cerro de Pasco, Huánuco, Loreto, San Martín y Ucayali) las cuales se encuentran distribuidas ecológicamente en zonas de vida de bosque húmedo tropical, instalados edáficamente en diferentes tipos de suelos cuyo relieve va de plano a colina suave. El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar rendimiento de las plantaciones forestales establecidas en la Amazonía peruana. La evaluación se realizó en base al programa MIRASILV (Ugalde, 2003) el cual permite realizar un control de las parcelas en estudio, brindando resumen dasométrico por parcela permanente de control indicando la fecha de medición. El procesador permite la preparación de datos resumidos y el análisis de modelos de crecimiento. En cada Región se ubicaron plantaciones comerciales, las mismas que fueron georreferenciadas, sistemáticamente se establecieron tres parcelas de medición, cada una compuesta de 15 árboles, evaluándose altura total, altura comercial, dap y estado fitosanitario; en cada una de las parcelas de medición se muestreó el suelo a una profundidad de 30 cm, las mismas que fueron analizadas en el laboratorio de análisis de suelo de la Estación Experimental Agraria Pucallpa, estableciendo la caracterización de los elementos fósforo, potasio, calcio, magnesio y el nivel de pH de acuerdo a la metodología de análisis que está establecido en el laboratorio mencionado. Finalmente, mediante el programa PIAs se realizó la interpretación y fertilidad de suelo. En Yurimaguas - Loreto, a los 30 años, distanciamiento 5 x 10 m, la plantación de tornillo presenta un DAP promedio de 79.8 cm, IMADAP promedio de 2.6 cm/año, VOLUMEN TOTAL promedio de 1246.5 m³/ha, VOLUMEN COMERCIAL de 848 m³/ha y un IMAVOL promedio de 44 m³/ha/año. En el Dorado - Loreto, a los 17 años, distanciamiento 5 x 5 m, la plantación de tornillo presenta un DAP promedio de 30.6 cm, IMADAP promedio de 2.1 cm/año, VOLUMEN TOTAL promedio de 299.4 m³/ha, VOLUMEN COMERCIAL promedio de 148.7 m³/ha y un IMAVOL promedio de 20.5 m³/ha/año. En el Km 50 de la carretera Iquitos – Nauta, a los 25 años tornillo, distanciamiento 13 x 8 m, tornillo presenta un DAP promedio de 35.8 cm; IMADAP promedio de 1.1 cm/año, VOLUMEN TOTAL promedio de 129.13 m³/ha; VOLUMEN COMERCIAL promedio de 85.68 m³/ha y un IMAVOL promedio de 4.33 m³/ha/año. En Alexander von Humboldt (Región Ucayali) esta especie, a los 30 años, en faja de 5 m, distanciamiento 5 x 5 m, presenta un DAP (cm) promedio de 44.4 cm, IMADAP promedio de 2.1 cm/año, VOLUMEN TOTAL promedio de 390.43 m³/ha, VOLUMEN COMERCIAL promedio de 233.63 m³/ha y un IMAVOL promedio de 27 m³/ha/año. A campo abierto, a los 25 años, distanciamiento 3 x 3 m, presenta un DAP promedio de 45.2 cm, IMADAP promedio de 2.2 cm/año, VOLUMEN TOTAL promedio de 953.66 m³/ha, VOLUMEN COMERCIAL promedio de 493.23 m³/ha y un IMAVOL promedio de 39.33 m³/ha/año. En Yanayacu, la especie Marupa, establecido en suelo ultisol degradado, asociado con cacao a los 15 años, presenta un DAP promedio de 22.8 cm, IMADAP promedio de 2.4 cm/año; VOLUMEN TOTAL promedio de 131.59 m³/ha; VOLUMEN COMERCIAL promedio de 78.96 m³/ha y un IMAVOL promedio de 4.02 m³/ha/año. La especie Pumaquiro, ubicado en el km 37 de la carretera Federico Basadre, establecido como lindero, en suelo ultisol, a los 23 años, presenta un DAP promedio de 29.1 cm; un IMADAP promedio de 1.3 cm/año; un VOLUMEN TOTAL promedio de 325.14 m³/ha; VOLUMEN COMERCIAL promedio de 195.08 m³/ha y un IMAVOL promedio de 5.91 m³/ha/año. En el Campo Experimental de la UNAS (Huánuco), la especie tornillo, a los 65 años, presenta un DAP promedio de 72.2 cm, IMADAP promedio de 1.1 cm/año, VOLUMEN TOTAL de 1555.86 m³/ha; VOLUMEN COMERCIAL promedio de 933.52 m³/ha y un IMAVOL promedio de 40.2 m³/ha/año. En la Región Cerro de Pasco, Provincia de Villa Rica, la especie Ulcumano, establecido en suelo ultisol, colina alta, a los 32 años presenta un DAP (cm) promedio de 32.8 cm; un IMADAP de 1.0 cm/año; VOLUMEN TOTAL promedio de 1277.01 m³/ha; VOLUMEN COMERCIAL promedio de 766.21 m³/ha y un IMAVOL promedio de 33.73 m³/ha/año. En la Región San Martín, la especie Capirona, establecido en el sector de Uruhuasha, Cerro Escalera, suelo ultisol, a los 10 años presenta un DAP promedio de 26.7 cm; un IMADAP de 2.7 cm/año; VOLUMEN TOTAL promedio de 193.05 m³/ha; VOLUMEN COMERCIAL promedio de 115.83 m³/ha y un IMAVOL promedio de 11.69 m³/ha/año. De los estudios, “El Tornillo” se desarrolla mejor en suelos ultisoles, por lo que podría ser utilizado para recuperación de suelos degradados en la Amazonía.

4.4.1.2. Productividad

En el cuadro 34 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 34. Promedio de las variables de productividad de Ulcumano asociado con café.

PARCELA	ARBASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	95.30	1217.93	730.76	34.10
2	119.50	1537.97	922.78	38.20
3	90.50	1075.14	645.08	28.90

4.4.1.2.1. Area basal

En el cuadro 34 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela 2, con 119.50 m²/ha y el menor resultado se obtuvo en la parcela 3, con 90.50 m²/ha.

4.4.1.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 34 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 2, con 1537.97 m³/ha y 922.78 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 38.20 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 3, con 1075.14 m³/ha y 645.08 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 28.90 m³/ha/año.

4.4.1.3. Análisis de suelo

En el cuadro 35 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo está entre muy fuertemente a fuertemente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo disponible entre bajo, medio y alto; potasio disponible con un nivel crítico entre medio a alto; y una saturación de aluminio con nivel crítico entre bajo a alto.

Cuadro 35. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	M. F. A ¹	195.38 A	9.77 A	244.22 A	51.40 B	544.05 A	67.63 A
2	C. Abierto	Ultisol	M. F. A ¹	209.62 A	10.48 A	262.03 A	63.39 A	614.55 A	51.90 A
3	C. Abierto	Ultisol	F. A ²	232.06 A	11.60 A	290.08 A	74.43 M	398.03 M	13.38 B

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: M.F.A¹ = Muy fuertemente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

F.A² = Fuertemente ácido

4.4.1.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 11, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 11. Fertilidad del área de plantación de Ulcumano - Villa Rica

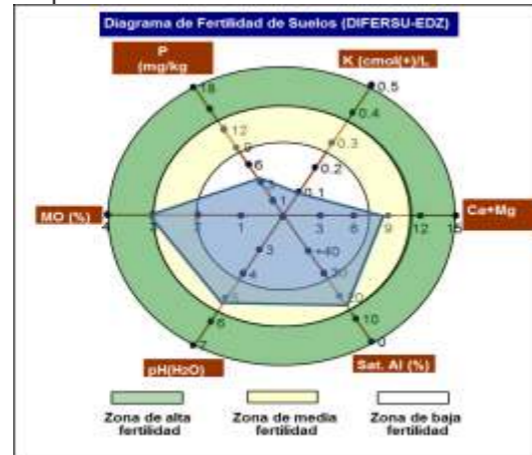


Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.3.1.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 10, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 10. Fertilidad del área de plantación de Tornillo - UNAS



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.4. REGIÓN CERRO DE PASCO:

4.4.1. Plantación de Ulcumano asociado con café



Lugar : Villa Rica
 Coordenada : 18 M 0469919 UTM 8814708
 Altitud : 1742 msnm
 Fisiografía : Colina alta
 Edad : 32 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcillosa
 Distancia : 3 x 3 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.4.1.1. Crecimiento

En el cuadro 33 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento de Ulcumano, obtenido de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 33. Promedio de las variables de crecimiento de Ulcumano asociado con café.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMINAN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALT (m/año)
1	100	33.1	28.40	31.60	1.0	0.40
2	100	37.0	28.60	33.10	1.1	0.60
3	100	28.4	26.40	30.20	0.9	0.50

4.4.1.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 33 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 2, con 37.0 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 1.1 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 3 con un diámetro de 28.4 cm y un incremento medio anual en DAP de 0.9 cm/año.

4.4.1.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 33, se observa que Ulcumano tiene el mayor crecimiento en la parcela 2, teniendo una altura promedio y dominante de 28.60 m y 33.10 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 0.60 m/año. Y la menor altura total y dominante presenta en la parcela 3, teniendo 26.40 m y 30.20 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 0.50 m/año.

I. INTRODUCCIÓN

La deforestación en el Perú crece de manera muy rápida, sin embargo, es difícil de cuantificar la pérdida total de bosque por falta de información. Los reportes del MINAM difundidos por el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC) y MINAGRI, entre los 2001 -2013 el Perú perdió 1'169,723 hectáreas de bosque Amazónico a un promedio de 113 056 ha/año.

En el 2000, el 55,1% del territorio nacional estaba cubierto de bosques; en el 2005 se redujo en 0,3%, alcanzando una cobertura del 54,8% de la superficie nacional; para el 2010 se redujo levemente a 54,4%; y para el año 2013 alcanzó una superficie de 53,9 %.

La deforestación es creciente, debido a ello durante el periodo 2010 – 2014 la conversión de los bosques a otros usos fue de 415,278 hectáreas. Sin embargo entre el periodo 2000 – 2005 fue de 329,005 hás, en el periodo 2005 – 2010 fue de 571,390 has, siendo el total de área deforestada en los últimos 14 años 1'315,674.67. Finalmente entre el periodo 2012-2013, la pérdida de bosque aumentó a 1'469,723 ha, con un promedio histórico de pérdida entre el año 2000 y 2013 de 113,000 ha/año.

Para mitigar los daños ecológicos el Gobierno Peruano, desde hace más de 30 años en la Amazonía Peruana promovió la reforestación y el desarrollo forestal, a través del programa de reforestación con incentivos, en sitios con condiciones edáficas variadas. Este programa se limitó a fomentar el establecimiento de plantaciones de especies comerciales como Caoba, Cedro, Ishpingo, Huayruro, Tornillo, Marupa, Tahuarí y Copaiba, sin tomar en cuenta el requerimiento suelo-planta de las especies comerciales. Muchas de estas plantaciones comerciales, no tuvieron el crecimiento y productividad esperado para poder abastecer de materia prima a las industrias madereras.

Sin embargo en estas últimas décadas el interés por fomentar el establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales en la Amazonía Peruana ha tomado auge, la misma que está fundamentada por la gran demanda que existe por sus productos primarios que ofrece las especies, así como por los beneficios ecológicos que brinda en materia de conservación y recuperación de áreas degradadas.

La silvicultura en términos de producción a nivel de bosque y plantaciones se basa en el crecimiento y productividad de las especies. Louman (2001) define al crecimiento de un árbol como el aumento de tamaño en el tiempo. Este se puede expresar en términos de diámetro, altura, área basal o volumen. A la magnitud del crecimiento se denomina incremento. El crecimiento es el proceso principal que se pretende influir con la silvicultura, pues conlleva al producto deseado: madera de ciertas dimensiones y cierta calidad. Así mismo indica que para describir el crecimiento sobre el tiempo se suele emplear una curva sigmoidea, la cual tiene más o menos la misma forma para cualquier organismo vivo. En producción forestal, esta curva se suele aplicar para analizar el aumento del diámetro, la altura, área basal o volumen de madera.

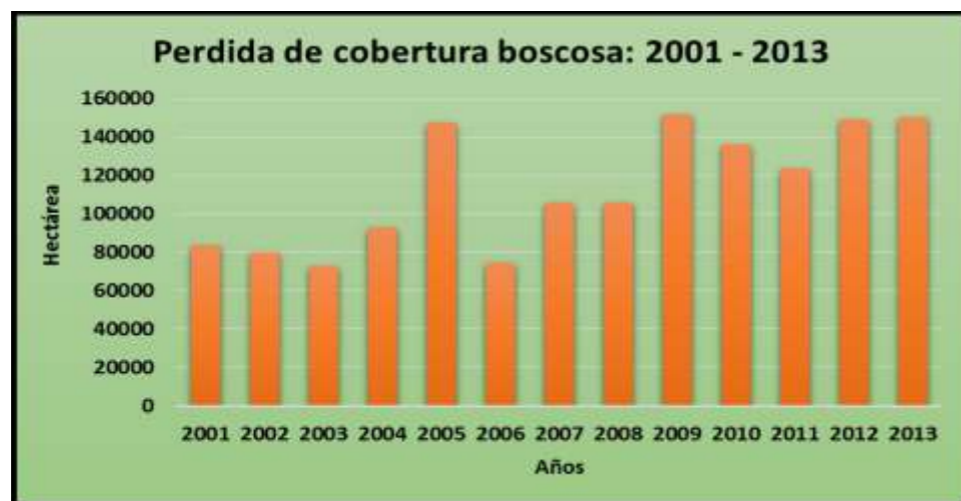
El objetivo del presente estudio es brindar información silvicultural con relación al rendimiento maderable de las plantaciones forestales establecidas en cinco Regiones: Cerro de Pasco, Huánuco, Loreto, San Martín y Ucayali.

II. ANTECEDENTES

2.1. Importancia de las plantaciones forestales en la Amazonía Peruana

En la Amazonía Peruana, la demanda por producto primario proveniente de los recursos forestales cada día aumenta, sin embargo la superficie de los bosques naturales de las regiones amazónicas vienen disminuyendo aceleradamente debido al incremento de la deforestación para satisfacer esta demanda. Ver cuadro 1.

Cuadro 1. Pérdida de cobertura boscosa en la Amazonía

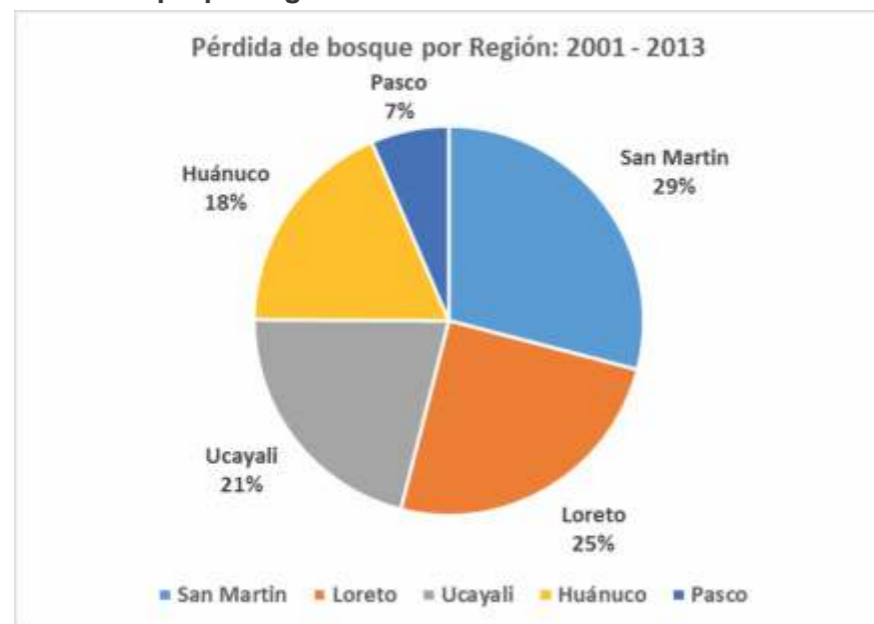


Fuente: MINAM – MINAGRI, 2014

2.2. Deforestación en la Amazonía Peruana

A nivel de regiones amazónicas la deforestación entre el año 2001 a 2014 se concentró en San Martín, Loreto, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios, registrándose el 86 % del total acumulada en los últimos cinco años, las mismas que presentan las mayores tasas de deforestación.

Gráfico 1. Pérdida de bosque por región entre el 2001 al 2014



Fuente: MINAM – MINAGRI, 2014, modificado por el autor

Como se puede apreciar la pérdida de la cobertura boscosa cada año sigue aumentando en las regiones Amazónicas, en primer lugar San Martín que cuenta con una superficie boscosa de 3' 533, 596 ha, y que hasta el año 2013 se ha deforestado 29 % de su área boscosa, segundo lugar Loreto con 25 % y Ucayali con el 21 %. La deforestación en la amazonia peruana data de muchos años atrás, tiene una larga historia y se debe a diversas causas:

Cuadro 30. Promedio de las variables de crecimiento de Tornillo a campo abierto.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMINAN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALT (m/año)
1	100	70.9	32.50	35.90	1.1	0.50
2	100	72.2	34.70	37.40	1.1	0.50
3	100	66.7	33.90	36.00	1.0	0.50

4.3.3.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 30 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 1, con 70.9 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 1.1 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 3 con un diámetro de 66.7 cm y un incremento medio anual en DAP de 1.0 cm/año.

4.3.3.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 30, se observa que Cedrelinga tiene el mayor crecimiento en la parcela 2, teniendo una altura promedio y una altura dominante de 34.70 m y 37.40 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 0.50 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 1, teniendo 32.50 m; una altura dominante de 35.90 m; y un incremento medio anual en altura de 0.50 m/año.

4.3.1.2. Productividad

En el cuadro 31 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 31. Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto.

PARCELA	ARBASAL (m²/ha)	VOLTOTAL (m³/ha)	VOLCOMER (m³/ha)	IMAVOL (m³/ha/año)
1	157.7	1490.95	894.57	36.1
2	163.9	1682.86	1009.71	40.2
3	139.9	1493.79	896.27	32.9

4.3.1.2.1. Área basal

En el cuadro 31 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela 2, con 163.9 m²/ha y el menor resultado se obtuvo en la parcela 3, con 139.9 m²/ha.

4.3.1.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 31 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 2, con 1682.86 m³/ha y 1009.71 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 40.2 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 1490.95 m³/ha y 894.57 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 36.1 m³/ha/año.

4.3.1.3. Análisis de suelo

En el cuadro 32 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo disponible con un nivel crítico entre bajo y medio; potasio disponible entre muy bajo a bajo; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 32. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	166.50 A	8.32 A	208.12 A	41.57 B	122.12 MB	90.76 A
2	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	144.69 A	7.23 A	180.86 A	72.84 M	91.26 MB	89.95 A
3	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	134.62 A	6.73 A	168.28 A	67.79 M	175.50 B	90.70 A

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.2.4.3. Análisis de suelo

En el cuadro 29 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es muy fuertemente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con un nivel crítico entre medio y muy alto respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 29. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	M.F. A ¹	105.42 A	5.27 A	131.78 A	73.51 M	1022.1 MA	61.68 A
2	C. Abierto	Ultisol	M.F. A ¹	113.40 A	5.67 A	141.75 A	72.26 M	1140.0 MA	64.52 A
3	C. Abierto	Ultisol	M.F. A ¹	106.68 A	5.33 A	133.35 A	79.69 M	1081.1 MA	64.74 A

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Muy fuertemente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.2.4.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 9, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 9. Fertilidad del área de plantación de Pumaquiro - C.F.B. Km 37



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.3. REGIÓN HUÁNUCO:

4.3.1. Plantación de tornillo a campo abierto



Lugar : Campo Experimental de la UNAS
 Coordenada : 18 M 0391302 UTM 8969995
 Altitud : 687 msnm
 Fisiografía : Colina suave a alta
 Edad : 50 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcillosa
 Distancia : 5 x 5 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.3.1.1. Crecimiento

En el cuadro 30 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento de tornillo, obtenido de las tres parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

- Agricultura migratoria de subsistencia, que por necesidad se practica en terrenos de aptitud forestal (rozo, tumba y quema).
- La ganadería extensiva que involucra el sobrepastoreo y la quema periódica de los pastizales.
- Cultivo ilegal de coca.
- La conversión de bosques naturales para instalación de cultivos agroindustriales como es el caso de palma aceitera ha ocasionado en la Amazonía la deforestación de 60,000 hectáreas (Dammert, 2014) y cacao cerca de 70,000 hectáreas.

En el cuadro 2 se observa la magnitud de mayor deforestación ocurrida en las cinco regiones amazónicas durante el año 2010 al 2014.

Cuadro 2. Superficie deforestada, acumulada y tasa de deforestación por región. Periodo 2010-2014

Regiones	Superficie deforestada por periodo (ha)			Deforestación Acumulada 2010 - 2014 (ha)	Tasa de deforestación 2010 - 2014
	2010 - 2011	2011 - 2013	2013 - 2014		
Huánuco	7,283.60	25,859.21	23,577.06	56,719.87	14,179.97
Loreto	34,449.75	35,057.39	26,350.05	95,857.19	23,964.30
Madre de Dios	5,638.99	9,135.75	10,653.58	25,428.32	6,357.08
San Martín	27,180.20	21,541.90	48,478.48	97,200.58	24,300.15
Ucayali	9,303.06	52,692.59	18,353.78	80,349.43	20,087.36
TOTAL	83,855.6	144,286.84	127,412.95	355,555.39	88,888.86

Fuente: MINAM, 2015. Modificado por el autor

2.3. Deforestación a nivel de Provincia por Región

Información estadística del MINAM (2015), indica que en el periodo 2010 – 2014 las provincias más deforestadas por Región son: Padre Abad y Coronel Portillo (Ucayali), Alto Amazonas y Ucayali (Loreto), Lamas (San Martín), las mismas que representan el 44 % de toda la superficie deforestada en la cuenca amazónica. En el cuadro 3 se indica las provincias por región más deforestadas entre el periodo 2010 al 2014.

Cuadro 3. Provincias más deforestadas por Región, 2010 al 2014

REGION	PROVINCIA	AÑO 2010 - 2014 (has)
UCAYALI	Padre Abad	45,635.76
	Coronel Portillo	26,675.20
	Atalaya	7,791.74
HUÁNUCO	Puerto Inca	44,922.45
LORETO	Alto Amazonas	33,125.53
	Ucayali	15,897.27
	Ramón Castilla	12,965.39
	Requena	8,290.72
	Datem del Marañón	7,072.34
SAN MARTIN	Lamas	15,241.25
	Mariscal Cáceres	14,639.33
	Bellavista	12,461.04
	San Martín	12,014.33
	Huallaga	9,862.55
	Moyobamba	9,460.76
	Picota	7,376.91
CERRO DE PASCO	Oxapampa	13,145.39

Fuente: MINAM, 2015. Modificado por el autor

2.4. Deforestación en Bosques de Producción Permanente por Región

En la Amazonía Peruana los bosques permanentes de producción (BPP) presentan una superficie de 17,8 millones de hectáreas, dentro de las cuales se han otorgado concesiones forestales maderables y no maderables, reforestación, ecoturismo para castaña y siringa.

Las regiones con mayor deforestación que presentan en sus Bosques de Producción Permanente son Huánuco, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali, las mismas que en conjunto representan el 99 % del área deforestada en la Amazonía Peruana, MINAM (2015), ver cuadro 4.

Cuadro 4. Bosques de producción permanente deforestados por región

REGION	SUPERFICIE BOSCOSEA (ha)	AÑOS 2010 – 2014 (ha)
HUÁNUCO	622,439	15,723.44
LORETO	35'265,270	18,626.96
MADRE DE DIOS	8'027,672	3,942.53
SAN MARTIN	3'471,475	24,473.09
UCAYALI	9'549,285	24,527.71
CERRO DE PASCO	352,000	20,89
TOTAL		87,314.62

Fuente: MINAM, 2015. Modificado por el autor

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material de estudio

Las plantaciones se encuentran ubicados en las Regiones de Cerro de Pasco, Huánuco, Loreto, San Martín y Ucayali, cuya edad fluctúa entre 17 y 65 años, instalados en terrenos de topografía variada y suelos diferentes.

Se establecieron tres parcelas de medición las mismas fueron georreferenciada. Cada parcela está compuesta de 15 árboles sugerido por Wraith (1964) citado por Piotta (2001) quien evaluó el comportamiento de 15 y 200 árboles, demostrando que ambos tipos de parcelas daban estimaciones igualmente válidas acerca del crecimiento relativo en altura y diámetro.

3.2. Variables evaluadas

Los parámetros de crecimiento (diámetro a la altura del pecho, altura total, estado fitosanitario) fueron medidos con cinta métrica, hipsómetro. Los datos se procesaron en MIRASILV, Ugalde (2003) programa que permite realizar un control de las parcelas de medición y asimismo brinda un resumen dasométrico por parcela permanente de control, la cual indica la fecha de medición. En el cuadro 5 se muestra los parámetros de medición con su descripción que se van a obtener.

Cuadro 5. Parámetros de medición con su descripción a obtener

RENDIMIENTO	DESCRIPCION
Crecimiento	Altura total (m)
	Altura comercial (m)
	Dap (cm)
	Altura dominante (m)
	Incremento medio anual en Dap (cm/año)
	Incremento medio anual en altura (m/año)
	Supervivencia (%)
Productividad	área basal (m ² /ha)
	Volumen (m ³ /ha)
	Incremento medio anual en volumen (m ³ /ha/año)

4.4.2.4. Plantación de Pumaqui en Lindero



Lugar : Carretera Federico Basadre, km 37
 Coordenada : 18L0518487 UTM 9059823
 Altitud : 210 msnm
 Fisiografía : Plano
 Edad : 23 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcilloso
 Distancia : 4 x 4 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.2.4.1. Crecimiento

En el cuadro 27 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento obtenido de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 27. Promedio de las variables de crecimiento de Pumaqui como lindero.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMINAN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALT (m/año)
1	100	31.4	16.80	19.10	1.4	0.70
2	100	28.9	17.10	19.90	1.2	0.70
3	100	27.0	18.20	21.20	1.2	0.80

4.2.4.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 27 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 1, con 31.4 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 1.4 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 3 con un diámetro de 27.0 cm y un incremento medio anual en DAP de 1.2 cm/año.

4.2.4.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 27, se observa que Pumaqui tiene el mayor crecimiento en la parcela 3, teniendo una altura total y altura dominante de 18.20 m y 21.20 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 0.80 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 1, teniendo una altura total y dominante de 16.80 m y 19.10 respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 0.70 m/año.

4.2.4.2. Productividad

En el cuadro 28, se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 28. Promedio de las variables de productividad de Pumaqui como lindero

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	48.30	365.15	219.09	6.94
2	41.10	316.26	189.76	5.56
3	35.90	294.02	176.41	5.23

4.2.4.2.1. Área basal

En el cuadro 28 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela 1, con 48.30 m²/ha y el menor resultado se obtuvo en la parcela 3, con 35.90 m²/ha.

4.2.4.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 28 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela uno, con 365.15 m³/ha y 219.09 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 6.94 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela tres, con 294.02 m³/ha y 176.41 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 5.23 m³/ha/año.

4.2.3.2. Productividad

En el cuadro 25, se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 25. Promedio de las variables de productividad de Marupa en SAFs.

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	16.90	139.93	83.96	4.75
2	16.50	126.97	76.18	3.46
3	15.70	127.88	76.73	3.86

4.2.3.2.1. Área basal

En el cuadro 25 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela 1, con 16.90 m²/ha y el menor resultado se obtuvo en la parcela 3, con 15.70 m²/ha.

4.2.3.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 25 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 139.93 m³/ha y 83.96 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 4.75 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 2, con 126.97 m³/ha y 76.18 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 3.46 m³/ha/año.

4.2.3.3. Análisis de suelo

En el cuadro 26 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con un nivel crítico entre bajo y muy bajo respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 26. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	85.41 A	4.27 A	106.76 A	10.23 B	182.52 MB	99.22 A
2	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	89.78 A	4.59 A	108.73 A	39.52 B	192.17 MB	91.50 A
3	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	91.20 A	5.66 A	126.50 A	48.20 B	195.74 MB	89.32 A

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.2.3.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 8, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 8. Fertilidad del área de plantación de Marupa - Yanayacu.



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

3.3. Muestreo y análisis de suelo

Para determinar las propiedades químicas del suelo en cada una de las parcelas de medición se realizó el muestreo de suelo a 30 cm de profundidad. Por cada parcela se obtuvo 1 kg de muestra de suelo, después de muestrear 5 puntos diferentes, tratando de abarcar toda el área de la parcela con el fin de homogenizar el muestreo. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de análisis de suelo de la Estación Experimental Agraria Pucallpa, estableciendo la caracterización de los elementos Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y el nivel de pH de acuerdo a la metodología de análisis que está establecido en el laboratorio mencionado. Finalmente mediante el programa PIAS (Díaz, 2003), se realizó la interpretación de análisis de suelo para determinar el estado de las propiedades químicas y fertilidad de suelo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. REGIÓN LORETO:

4.1.1. Plantación de Tornillo en sistema multiestrato



Lugar : Estación Experimental San Ramón
 Coordenada : 18 M 0375251 UTM 9343159
 Altitud : 144 msnm
 Fisiografía : Plano
 Edad : 30 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcilloso
 Distancia : 10 x 5 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.1.1.1. Crecimiento

En el cuadro 6 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento obtenido en las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 6. Promedio de las variables de crecimiento de Cedrelinga a campo abierto.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMIN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALT (m/año)
3	95	81.8	35.60	37.90	2.6	1.10
2	100	79.8	34.10	37.80	2.3	1.10
1	100	77.9	33.30	36.00	2.2	1.10

4.1.1.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 6 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 3, con 81.8 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 2.6 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 1 con un diámetro de 77.9 cm y un incremento medio anual en DAP de 2.2 cm/año.

Es importante indicar que esta especie ecológicamente está considerada dentro del grupo de las heliófitas durables, en el bosque tiene un incremento medio anual en DAP de 1.2 cm/año.

4.1.1.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 6, se observa que Cedrelinga tiene el mayor crecimiento en la parcela 3, teniendo una altura promedio y una altura dominante de 35.6 m y 37.90 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.00 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 1, teniendo 33.30 m; una altura dominante de 36.00 m; y un incremento medio anual en altura de 1.10 m/año.

4.1.1.2. Productividad

En el cuadro 6 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 7. Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
3	102.0	1323.9	883.9	54.1
2	78.9	1230.7	834.7	41.0
1	74.3	1184.9	825.8	39.5

4.1.1.2.1. Área basal

En el cuadro 7 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela tres, con 102.0 m²/ha. El menor resultado se obtuvo en la parcela 1, con 74.3 m²/ha.

4.1.1.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 7 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 3, con 1323.9 m³/ha y 883.9 m³/ha respectivamente, incremento medio anual en volumen de 54.1 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 1184.9 m³/ha y 825.8 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 39.5 m³/ha/año.

4.1.1.3. Análisis de suelo

En el cuadro 8 se indica la caracterización del suelo por parcela. El rango de acidez es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con un nivel crítico entre bajo y medio a alto respectivamente; una saturación de aluminio con nivel crítico entre medio a alto.

Cuadro 8. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. abierto	Ultisol	E. A ¹	110.46 A	5.52 A	138.07 A	93.12 M	471.74 M	57.88 M
2	C. abierto	Ultisol	E. A ¹	114.40 A	5.72 A	143.01 A	58.43 B	468.23 M	59.03 A
3	C. abierto	Ultisol	E. A ¹	107.57 A	5.38 A	134.40 A	84.52 M	628.99 A	72.14 M

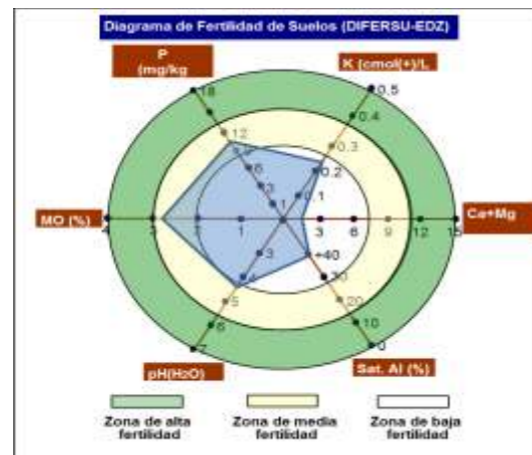
Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.1.1.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 2, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 2. Fertilidad del área de plantación de Tornillo - San Ramón

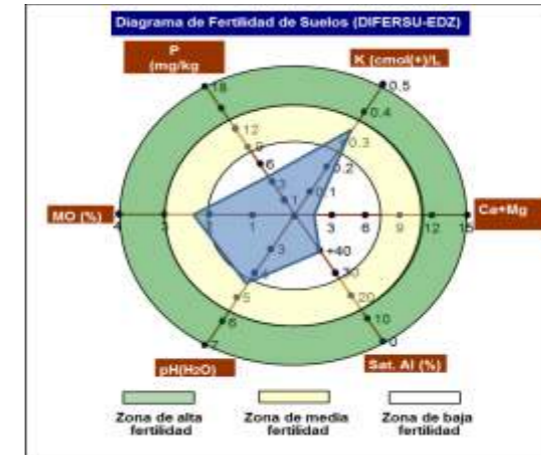


Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.2.2.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 7, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 7. Fertilidad del área de plantación de Tornillo - Alexander Von Humboldt



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.2.3. Plantación de Marupa en sistema agroforestal



Lugar	: Yanayacu
Coordenada	: 18L 0499055 UTM 9023220
Altitud	: 230 msnm
Fisiografía	: Plano
Edad	: 15 años
Suelo	: Ultisol
Textura	: Franco arcilloso
Distancia	: 5 x 5 m (entre árbol)
Nº de parcela	: 3

4.2.3.1. Crecimiento

En el cuadro 24 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento obtenido de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 24. Promedio de las variables de crecimiento de Marupa en SAFs.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMINAN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALT (m/año)
1	100	23.2	18.40	22.30	2.6	2.00
2	100	22.9	17.10	20.20	2.4	1.80
3	100	22.4	18.10	20.70	2.3	1.90

4.2.3.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 24 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 1, con 23.2 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 2.6 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 3 con un diámetro de 22.4 cm y un incremento medio anual en DAP de 2.3 cm/año.

4.2.3.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 24, se observa que Marupa tiene el mayor crecimiento en la parcela 1, teniendo una altura promedio y una altura dominante de 18.40 m y 22.20 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 2.00 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 2, teniendo una altura total y dominante de 17.10 m y 20.20 respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.80 m/año.

Cuadro 21. Promedio de las variables de crecimiento de Tornillo a campo abierto.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMINAN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALT (m/año)
1	100	46.0	33.00	36.4	2.4	1.90
2	100	44.3	32.60	34.7	2.2	1.50
3	100	45.2	32.30	34.2	2.1	1.48

4.2.2.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 21 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 1, con 46.0 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 2.4 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 3, con un diámetro de 45.2 cm y un incremento medio anual en DAP de 2.2 cm/año. En plantación de 30 m de ancho, a los 14.8 años, distanciamiento entre plantas de 5 x 5, presenta un (DAP) promedio de 30.7 cm y un incremento medio anual en (DAP) de 2.6 cm/año.

4.2.2.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 21, se observa que Cedrelinga tiene el mayor crecimiento en la parcela 1, teniendo una altura promedio y una altura dominante de 33.0 m y 36.4 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.90 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 3, teniendo 32.30 m; una altura dominante de 34.2 m; y un incremento medio anual en altura de 1.48 m/año.

4.2.2.2. Productividad

En el cuadro 22, se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 22. Promedio de las variables de productividad de Tornillo a campo abierto.

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	41.6	966.00	498.10	41.30
2	38.8	942.00	493.40	39.50
3	40.9	953.00	488.20	37.20

4.2.2.2.1. Área basal

En el cuadro 22 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela 1, con 41.6 m²/ha y el menor resultado se obtuvo en la parcela 3, con 40.9 m²/ha.

4.2.2.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 22 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 966.00 m³/ha y 498.10 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 41.30 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 3, con 953.00 m³/ha y 488.20 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 37.20 m³/ha/año.

4.2.2.3. Análisis de suelo

En el cuadro 23 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con un nivel crítico entre bajo y muy bajo respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 23. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	85.41 A	4.27 A	106.76 A	10.23 B	182.52 MB	99.22 A
2	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	89.78 A	4.59 A	108.73 A	39.52 B	192.17 MB	91.50 A
3	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	91.20 A	5.66 A	126.50 A	48.20 B	195.74 MB	89.32 A

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.1.2. Plantación de Tornillo en sistema agroforestal



Lugar : Estación Experimental El Dorado
 Coordenada : 18 M 0675165 UTM 9564555
 Altitud : 124 msnm
 Fisiografía : Ondulado
 Edad : 17 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcilloso
 Distancia : 5 x 5 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.1.2.1. Crecimiento

En el cuadro 9 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 9. Promedio de la variable de crecimiento de Tornillo.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMIN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALTUR (m/año)
1	100	31.8	21.20	28.00	2.3	1.40
2	100	30.4	18.50	24.70	2.2	1.20
3	100	29.7	14.30	18.70	1.8	0.90

4.1.2.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 9 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 1, con 31.8 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 2.3 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 3, teniendo 29.7 cm y un incremento medio anual en DAP de 1.8 cm/año.

4.1.2.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 9, se observa que Cedrelinga tiene el mayor crecimiento en la parcela 1, teniendo una altura promedio y una altura dominante de 21.2 m y 28.0 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.40 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 3, teniendo 14.30 m; una altura dominante de 18.70 m; y un incremento medio anual en altura de 0.90 m/año.

4.1.2.2. Productividad

En el cuadro 10 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 10. Promedio de las variable de productividad de Tornillo

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	29.4	299.40	199.50	22.9
2	22.3	197.70	138.30	19.8
3	20.4	140.50	98.30	17.7

4.1.2.2.1. Área basal

En el cuadro 10 se indica que la mayor área basal se presenta en la parcela 2, con 29.4 m²/ha. El menor resultado en área basal se obtuvo en parcela 3, con 20.4 m²/ha.

4.1.2.2.2. Volumen

En el anterior cuadro el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 299.40 m³/ha y 199.50 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 22.9 m³/ha/año. El menor

volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 3, con 140.50 m³/ha y 98.30 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 17.7 m³/ha/año.

4.1.2.3. Análisis de suelo

En el cuadro 11 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con un nivel crítico entre bajo a medio y medio a alto respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 11. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	SAFs	Ultisol	E. A ¹	99.54 A	4.98 A	124.42 A	44.15 B	766.58 A	74.14 A
2	SAFs	Ultisol	E. A ¹	91.78 A	4.59 A	114.73 B	49.52 B	692.17 A	58.50 A
3	SAFs	Ultisol	E. A ¹	133.20 A	6.66 A	166.50 A	118.20 M	610.74 M	59.32 A

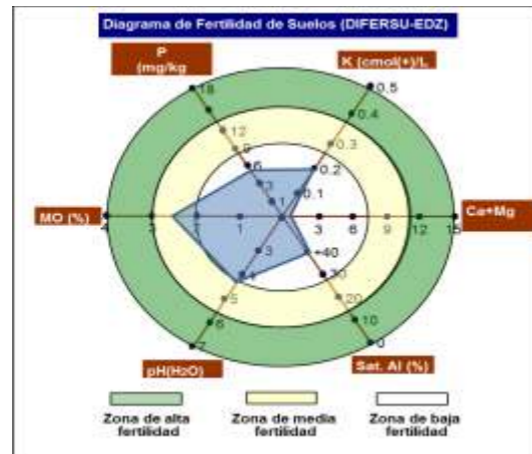
Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.1.2.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 3, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación

Grafico 3. Fertilidad del área de plantación de Tornillo - El Dorado



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.1.3. Plantación de Tornillo a campo abierto



Lugar : Puerto Almendra, UNAP
 Coordenada : 18 M 0680414 UTM 9576557
 Altitud : 99 msnm
 Fisiografía : Plano
 Edad : 33 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcilloso
 Distancia : 8 x 8 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.1.3.1. Crecimiento

En el cuadro 12 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

4.2.1.2.2. Volumen

En el mismo cuadro 19 se observa que el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 391.30 m³/ha y 234.70 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 29.0 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 3, con 389.40 m³/ha y 232.60 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 25.0 m³/ha/año.

4.2.1.3. Análisis de suelo

En el cuadro 20 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con nivel crítico bajo respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 20. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	Faja 5 m	Ultisol	E. A ¹	82.88 A	4.14 A	103.76 A	14.92 B	87.75 B	99.63 A
2	Faja 5 m	Ultisol	E. A ¹	89.78 A	4.69 A	108.73 A	49.52 B	92.17 B	78.50 A
3	Faja 5 m	Ultisol	E. A ¹	91.20 A	5.66 A	126.50 A	68.20 B	81.74 B	88.32 A

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.2.1.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 6, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 6. Fertilidad del área de plantación de Tornillo - Alexander Von Humboldt.



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.2.2. Plantación de tornillo a campo abierto



Lugar : Anexo Alexander von Humboldt
 Coordenada :
 Altitud : 212 msnm
 Fisiografía : Plano
 Edad : 25 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcilloso
 Distancia : 3 x 3 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.2.2.1. Crecimiento

En el cuadro 21 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento obtenido de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

4.2. REGIÓN UCAYALI:

4.2.1. Plantación de Tornillo en faja de 5 m de ancho



Lugar : Anexo Alexander von Humboldt
 Coordenada :
 Altitud : 210 msnm
 Fisiografía : Plano
 Edad : 30 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcilloso
 Distancia : 5 x 5 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.2.1.1. Crecimiento

En el cuadro 18 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento en faja de 5 m, obtenido de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 18. Promedio de las variables de crecimiento de Tornillo en faja de 5 m.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMINAN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALTUR (m/año)
1	100	46.0	29.0	34.0	2.0	1.75
2	100	44.0	28.6	33.5	2.1	1.72
3	100	43.1	27.8	33.3	2.0	1.69

4.2.1.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 18 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 1, con 46.0 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 2.0 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela tres con un diámetro de 43.1 cm y un incremento medio anual en DAP de 2.0 cm/año. A los 18.9 años, presenta un (DAP) promedio de 25.4 cm y un incremento medio anual en (DAP) de 1.4 cm/año.

4.2.1.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 18, se observa que Cedrelinga tiene el mayor crecimiento en la parcela 1, teniendo una altura promedio y una altura dominante de 29.0 m y 34.0 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.75 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 3, teniendo 27.8 m; una altura dominante de 33.3 m; y un incremento medio anual en altura de 1.69 m/año.

4.2.1.2. Productividad

En el cuadro 19 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 19. Promedio de las variables de productividad de Tornillo en faja de 5 m.

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	23.0	391.30	234.70	29.0
2	21.0	390.60	233.60	27.0
3	22.0	389.40	232.60	25.0

4.2.1.2.1. Área basal

En el cuadro 19 se observa que la mayor área basal se presenta en la parcela 1, con 23.0 m²/ha y el menor resultado se obtuvo en la parcela 3, con 22.0 m²/ha.

Cuadro 12. Promedio de la variable de crecimiento de Tornillo.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMIN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALTUR (m/año)
1	100	47.8	22.6	23.7	1.4	0.6
2	100	47.8	29.7	31.7	1.4	0.9
3	100	58.6	29.5	32.3	1.8	0.9

4.1.3.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 12 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 3, con 58.6 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 1.8 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 1 y 2, con 47.8 cm respectivamente y un incremento medio anual en DAP de 1.4 cm/año.

4.1.3.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 12, se observa que Cedrelinga tiene el mayor crecimiento en la parcela 1, teniendo una altura promedio y una altura dominante de 29.50 m y 32.30 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 1.80 m/año. Y la menor altura presenta en la parcela 1, teniendo 22.60 m; una altura dominante de 23.70 m; y un incremento medio anual en altura de 0.60 m/año.

4.1.3.2. Productividad

En el cuadro 13 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 13. Promedio de las variables de productividad de Cedrelinga

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	28.00	294.50	176.70	9.00
2	28.00	394.10	236.46	12.10
3	42.10	545.70	327.42	16.80

4.1.3.2.1. Área basal

En el cuadro 13 se indica que la mayor área basal se presenta en la parcela 3, con 42.10 m²/ha. El menor resultado en área basal se obtuvo en las parcelas 1 y 2 con 28.00 m²/ha respectivamente.

4.1.3.2.2. Volumen

En el anterior cuadro el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 3, con 545.70 m³/ha y 327.42 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 16.80 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 294.50 m³/ha y 176.70 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 9.00 m³/ha/año.

4.1.3.3. Análisis de suelo

En el cuadro 14 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con un nivel crítico entre bajo a medio respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 14. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	116.22 A	5.81 A	145.28 A	55.79 B	233.78 B	81.21 A
2	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	132.02 A	6.60 A	165.04 A	63.81 B	360.13 B	77.55 A
3	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	120.69 A	6.03 A	150.86 A	68.56 M	454.90 M	81.46 A

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.1.3.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 4, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 4. Fertilidad del área de plantación de Tornillo - UNAP.



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs

4.1.4. Plantación de Tornillo a campo abierto



Lugar : Carretera Iquitos – Nauta, km 50
 Coordenada : 18 M 0668924 UTM 9536509
 Altitud : 104 msnm
 Fisiografía : Plano
 Edad : 25 años
 Suelo : Ultisol
 Textura : Franco arcilloso
 Distancia : 13 x 8 m (entre árbol)
 N° de parcela : 3

4.1.4.1. Crecimiento

En el cuadro 15 se muestra el resumen dasométrico del resultado de la variable de crecimiento de las 3 parcelas de medición, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 15. Promedio de la variable de crecimiento de Tornillo a campo abierto.

PARCELA	SUPERVIV (%)	DAP (cm)	ALTTOTAL (m)	ALTDOMIN (m)	IMADAP (cm/año)	IMAALTUR (m/año)
1	100	40.3	21.00	23.50	1.3	0.70
2	100	34.8	24.20	26.10	1.1	0.80
3	100	32.5	19.10	20.10	1.0	0.60

4.1.4.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el cuadro 15 se observa que el mayor (DAP) promedio se obtuvo en la parcela 1, con 40.3 cm de diámetro y un incremento medio anual en (DAP) de 1.3 cm/año. El menor (DAP) se obtuvo en la parcela 2, con 34.8 cm y un incremento medio anual en DAP de 1.1 cm/año.

4.1.4.1.2. Altura total y altura dominante

En el mismo cuadro 15, se observa que Cedrelinga tiene el mayor crecimiento en la parcela 2, teniendo una altura total y una altura dominante de 24.20 m y 26.10 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 0.80 m/año. Y la menor altura total y dominante presenta en la parcela 3, teniendo 19.10 m y 20.10 m respectivamente; y un incremento medio anual en altura de 0.60 m/año.

4.1.4.2. Productividad

En el cuadro 16 se muestra el resumen dasométrico de los parámetros de productividad obtenido para las 3 parcelas de evaluación, mediante el programa MIRASILV.

Cuadro 16. Promedio de las variables de productividad de Tornillo.

PARCELA	ABASAL (m ² /ha)	VOLTOTAL (m ³ /ha)	VOLCOMER (m ³ /ha)	IMAVOL (m ³ /ha/año)
1	26.00	246.10	172.27	8.30
2	5.80	65.50	39.30	2.20
3	8.00	75.80	45.48	2.50

4.1.4.2.1. Área basal

En el cuadro 16 se indica que la mayor área basal se presenta en la parcela 1, con 26.00 m²/ha. El menor resultado en área basal se obtuvo en la parcela 2 con 5.80 m²/ha respectivamente.

4.1.4.2.2. Volumen

En el anterior cuadro el mayor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 1, con 246.10 m³/ha y 172.27 m³/ha respectivamente, y el incremento medio anual en volumen de 8.30 m³/ha/año. El menor volumen total y comercial se obtuvo en la parcela 2, con 65.50 m³/ha y 39.30 m³/ha respectivamente y un IMA en volumen de 2.20 m³/ha/año.

4.1.4.3. Análisis de suelo

En el cuadro 17 se indica la caracterización química del suelo por parcela. El rango de acidez del suelo es extremadamente ácido, con un contenido de materia orgánica alto; fósforo y potasio disponible con un nivel crítico entre bajo a medio respectivamente; y una saturación de aluminio con nivel crítico alto.

Cuadro 17. Interpretación del resultado de análisis de suelo a 30 cm de profundidad.

Número de Parcelas	Sistema de plantación	Tipo de suelo	Rango de Acidez	Materia Orgánica (TM/ha)	N- Orgánico (TM/ha)	N- mineral (kg/ha)	P disponible (kg de K ₂ O/ha)	K disponible (kg de K ₂ O/ha)	Saturación de aluminio (%)
1	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	97.20 A	4.86 A	121.50 A	30.47 B	438.05 M	82.07 A
2	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	98.62 A	4.93 A	123.28 A	36.14 B	351.00 M	88.21 A
3	C. Abierto	Ultisol	E. A ¹	86.04 A	4.30 A	107.55 A	118.20 B	387.51 M	83.33 A

Díaz, E. 2016. Interpretación de Análisis de Suelo – PIAs. Modificado por el autor

Rango de acidez: E.A¹ = Extremadamente ácido Nivel crítico: A = Alto M = Medio B = Bajo

4.1.4.3.1. Fertilidad de suelo

En el gráfico 5, se indica la fertilidad de suelo del área de plantación.

Gráfico 5. Fertilidad del área de plantación de Tornillo - Km. 50 carretera Iquitos - Nuata.



Díaz, E. 2016. Diagrama de fertilidad de suelo, PIAs