

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Evaluación Dasométrica y Económica de Alternativa de Manejo Silvícola de un Bosque de *Pseudotsuga-Abies-Pinus* en Arteaga Coahuila

POR:

ISIDRO DAVID HERNÁNDEZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Evaluación Dasométrica y Económica de Alternativa de Manejo Silvícola de un
Bosque de *Pseudotsuga-Abies-Pinus* en Arteaga, Coahuila

Por:

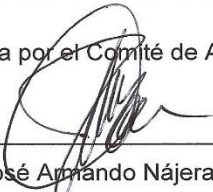
ISIDRO DAVID HERNÁNDEZ PÉREZ


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.C. José Armando Nájera Castro
Asesor Principal


M.C. Héctor Darío González López
Coasesor


Ing. Sergio Braham Sabag
Coasesor


Dr. Gabriel Ganegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
Saltillo, Coahuila, México de Agronomía

Junio de 2017

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres Rufina Pérez López (Q.E.P.D) y Guillermo Edilberto Hernández López, por darme la vida, por su apoyo incondicional en todo momento, sus consejos y sobre todo por alentarme a siempre seguir adelante.

A mis hermanos, Humberto, José Guillermo y Fernando Ulises por ser esas personas con las que comparto los momentos de felicidad, por todo el apoyo que me brindan, los quiero mucho.

A María Alejandra Hernández Hernández, por ser mi compañera y por la bendición de caminar de tu mano; te agradezco por tantas ayudas, tantos aportes no solo para mi formación profesional, sino también para mi vida; eres mi inspiración y mi motivación.

A mis abuelos Juan Pérez, Esperanza López (Q.E.P.D), Margarito Hernández y Juana López, gracias por su apoyo en todo momento porque han sido un ejemplo de unidad y amor.

A la familia Navez Hernández, Cesar y Elizabeth por sus consejos y apoyo durante mi estancia en la universidad y al pequeño Cesar Augusto te llevo en mi corazón, gracias por tantas alegrías.

En general a todas aquellas personas que de alguna u otra manera participaron en mi formación como persona.

AGRADECIMIENTOS

A mi "ALMA TERRA MATER", LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación profesional y superación personal.

Al Departamento Forestal por brindarme el conocimiento y apoyo para mi formación profesional.

Al M.C. José Armando Nájera Castro, por su valioso apoyo y disponibilidad en la asesoría, orientación y revisión de este trabajo.

Al M.C. Héctor Darío González López, por sus comentarios, aportaciones y correcciones del presente trabajo.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, por su dedicación y sugerencias en la revisión del documento.

A mis amigos Leni Obeymar (Q.E.P.D), Miguel Ángel, Herlin Antelmo, Luis Enrique Mendoza, Luis Enrique García, Oliver Gómez, Carlos Daniel, Luis Reynaldo, Aldren Hilario, María del Socorro, Pablo Marroquín, Mixer Mejía, Luis David, Cristóbal Velasco, José Trinidad, Miguel Avendaño, Hermilo Gabriel y Jorge Jiménez por compartir sus conocimientos y pasar momentos agradables pero sobre todo por brindarme su amistad.

A los compañeros de la generación CXXIII, por los gratos momentos en las prácticas y salones de clase.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Evaluación forestal.....	3
2.2 Estructura de rodales de edad no uniforme	4
2.3 Manejo de la densidad en rodales incoetáneos	4
2.4 La silvicultura en los bosques incoetáneos	5
2.4.1 Tratamientos intermedios.....	5
2.4.3 Corta de mejora.....	6
2.4.4 Corta de recuperación.....	6
2.4.4 Aclareo	6
2.4.5 Tratamiento de regeneración	7
2.5 Método de selección	7
2.6 Las modificaciones del método según la ordenación de las cortas	8
2.6.1 Método de selección de árboles aislados	8
2.6.2 Método de selección en grupos o bosquetes.....	8
2.6.3 Método de selección en franjas.....	8
2.6.4 Tratamientos complementarios	8
2.7 Ordenación de las masas irregulares	9
2.8 El modelo de Meyer	11
2.9 Métodos de ordenación forestal en México.....	11
2.10 Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI)	12

2. 10.1 Antecedentes.....	12
2.10.2 Criterios silvícolas del MMOBI	13
2.10.3 Principios técnicos del MMOBI	14
2.10.4 Determinación de la posibilidad.....	14
2.11 Trabajos afines	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1 Localización y descripción del área de estudio	18
3.1.1 Ubicación.....	18
3.1.2 Clima.....	19
3.1.3 Suelo.....	19
3.1.4 Vegetación.....	19
3.1.5 Fauna.....	20
3.2 Metodología	21
3.2.1 Sistema de muestreo y tamaño de los sitios.....	21
3.2.2 Forma y tamaño de los sitios	21
3.2.3 Registro de datos por sitio	21
3.2.4 Determinación de la condición silvícola presente.....	23
3.2.5 Ajuste de variables dasométricas	23
3.2.6 Calculo de parámetros dasométricos	24
3.2.7 Determinación de las estructuras actuales, balanceadas y grados de densidad.....	25
3.2.8 Niveles de densidad.....	26
3.2.9 Condición futura deseada	26
3.2.10 Crecimiento e incremento.....	29
3.2.11 Distribución de productos	30

3.2.13 Distribución de productos deseada	31
3.2.14 Valor de la producción para cada alternativa	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1 Condición actual en densidad, área basal, cobertura, existencias reales e incrementos	33
4.1.1 Condición actual rodal 1	33
4.1.2 Condición actual rodal 2	34
4.1.3 Condición actual rodal 3	35
4.2 Niveles de densidad.....	36
4.3 Evolución de las existencias reales del rodal 1, a tres ciclos de corta, en tres niveles de densidad, aplicando los principios técnicos del MMOBI	38
4.3.1 Remoción para el año 2017 con 50% de densidad de la estructura balanceada	38
4.3.2 Remoción para el año 2027 con 50% de densidad de la estructura balanceada	39
4.3.3 Remoción para el año 2037 con 50% de densidad de la estructura balanceada	40
4.3.4 Remoción para el año 2047 con 50% de densidad de la estructura balanceada	41
4.3.5 Remoción para el año 2017 con 60% de densidad de la estructura balanceada	42
4.3.6 Remoción para el año 2027 con 60% de densidad de la estructura balanceada	43
4.3.7 Remoción para el año 2037 con 60% de densidad de la estructura balanceada	44
4.3.8 Remoción para el año 2047 con 60% de densidad de la estructura balanceada	45

4.3.9 Remoción para el año 2017 con 70% de densidad de la estructura balanceada	46
4.3.10 Remoción para el año 2027 con 70% de densidad de la estructura balanceada	47
4.3.11 Remoción para el año 2037 con 70% de densidad de la estructura balanceada	48
4.3.12 Remoción para el año 2047 con 70% de densidad de la estructura balanceada	49
4.4 Evolución de las existencias reales del rodal 2, a tres ciclos de corta, en tres niveles de densidad, aplicando los principios técnicos del MMOBI	51
4.4.1 Remoción para el año 2017 con 50% de densidad de la estructura balanceada	51
4.4.2 Remoción para el año 2027 con 50% de densidad de la estructura balanceada	52
4.4.3 Remoción para el año 2037 con 50% de densidad de la estructura balanceada	53
4.4.4 Remoción para el año 2047 con 50% de densidad de la estructura balanceada	54
4.4.5 Remoción para el año 2017 con 60% de densidad de la estructura balanceada	55
4.4.6 Remoción para el año 2027 con 60% de densidad de la estructura balanceada	56
4.4.7 Remoción para el año 2037 con 60% de densidad de la estructura balanceada	57
4.4.8 Remoción para el año 2047 con 60% de densidad de la estructura balanceada	58
4.4.9 Remoción para el año 2017 con 70% de densidad de la estructura balanceada	59

4.4.10 Remoción para el año 2027 con 70% de densidad de la estructura balanceada	60
4.4.11 Remoción para el año 2037 con 70% de densidad de la estructura balanceada	61
4.4.12 Remoción para el año 2047 con 70% de densidad de la estructura balanceada	62
4.5 Evolución de las existencias reales del rodal 3, a tres ciclos de corta, en tres niveles de densidad, aplicando los principios técnicos del MMOBI	64
4.5.1 Remoción para el año 2017 con 50% de densidad de la estructura balanceada	64
4.5.2 Remoción para el año 2027 con 50% de densidad de la estructura balanceada	65
4.5.3 Remoción para el año 2037 con 50% de densidad de la estructura balanceada	66
4.5.4 Remoción para el año 2047 con 50% de densidad de la estructura balanceada	67
4.5.5 Remoción para el año 2017 con 60% de densidad de la estructura balanceada	68
4.5.6 Remoción para el año 2027 con 60% de densidad de la estructura balanceada	69
4.5.7 Remoción para el año 2037 con 60% de densidad de la estructura balanceada	70
4.5.8 Remoción para el año 2047 con 60% de densidad de la estructura balanceada	71
4.5.9 Remoción para el año 2017 con 70% de densidad de la estructura balanceada	72
4.5.10 Remoción para el año 2027 con 70% de densidad de la estructura balanceada	73

4.5.11 Remoción para el año 2037 con 70% de densidad de la estructura balanceada	74
4.5.12 Remoción para el año 2047 con 70% de densidad de la estructura balanceada	75
4.6 Distribución de productos y valor de la producción	76
4.6.1 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 50% de grado de densidad del rodal 1	76
4.6.2 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 60% de grado de densidad del rodal 1	78
4.6.3 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 70% de grado de densidad del rodal 1	80
4.6.4 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 50% de grado de densidad del rodal 2	82
4.6.5 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 60% de grado de densidad del rodal 2	85
4.6.6 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 70% de grado de densidad del rodal 2	87
4.6.7 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 50% de grado de densidad del rodal 3	90
4.6.8 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 60% de grado de densidad del rodal 3	92
4.6.9 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 70% de grado de densidad del rodal 3	94
4.7 Alternativa seleccionada para cada rodal	96
V. CONCLUSIONES	98
VI. RECOMENDACIONES	99
VII. LITERATURA CITADA.....	100

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Estructura meta al 50% de grado densidad, existencias reales, área basal e incremento corriente anual.	27
Cuadro 2. Estructura meta al 60% de grado densidad, existencias reales área basal e incremento corriente anual.	28
Cuadro 3. Estructura meta al 70% de grado densidad, existencias reales área basal e incremento corriente anual.	28
Cuadro 4. Porcentaje para la distribución de productos.....	31
Cuadro 5. Valor de los productos forestales.....	32
Cuadro 6. Condición dasométrica actual del rodal 1.	33
Cuadro 7. Condición dasométrica actual del rodal 2.	34
Cuadro 8. Condición dasométrica actual del rodal 3.	35
Cuadro 9. Niveles de densidad del predio con base a la cobertura de copa.....	36
Cuadro 10. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.....	38
Cuadro 11. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.....	39
Cuadro 12. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.....	40
Cuadro 13. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.....	41
Cuadro 14. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.....	42
Cuadro 15. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.....	43
Cuadro 16. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.....	44

Cuadro 17. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.....	45
Cuadro 18. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.....	46
Cuadro 19. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.....	47
Cuadro 20. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.....	48
Cuadro 21. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.....	49
Cuadro 22. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.....	51
Cuadro 23. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.....	52
Cuadro 24. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.....	53
Cuadro 25. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.....	54
Cuadro 26. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.....	55
Cuadro 27. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.....	56
Cuadro 28. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.....	57
Cuadro 29. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.....	58
Cuadro 30. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.....	59
Cuadro 31. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.....	60

Cuadro 32. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.....	61
Cuadro 33. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.....	62
Cuadro 34. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.....	64
Cuadro 35. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.....	65
Cuadro 36. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.....	66
Cuadro 37. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.....	67
Cuadro 38. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.....	68
Cuadro 39. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.....	69
Cuadro 40. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.....	70
Cuadro 41. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.....	71
Cuadro 42. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.....	72
Cuadro 43. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.....	73
Cuadro 44. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.....	74
Cuadro 45. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.....	75
Cuadro 46. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2017.	76

Cuadro 47. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2027	77
Cuadro 48. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2037	77
Cuadro 49. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2047	77
Cuadro 50. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta	78
Cuadro 51. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2017	78
Cuadro 52. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2027	79
Cuadro 53. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2037	79
Cuadro 54. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2047	79
Cuadro 55. Valor de la producción total al término de cada de corta	80
Cuadro 56. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2017	80
Cuadro 57. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2027	81
Cuadro 58. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2037	81
Cuadro 59. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2047	81
Cuadro 60. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 70% de grado de densidad.....	82
Cuadro 61. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2017.	82
Cuadro 62. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2027	83

Cuadro 63. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2037	83
Cuadro 64. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2047.	84
Cuadro 65. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 50% de grado de densidad para el rodal 2.....	84
Cuadro 66. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2017	85
Cuadro 67. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2027	85
Cuadro 68. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2037	86
Cuadro 69. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2047	86
Cuadro 70. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 60% de grado de densidad para el rodal 2.....	87
Cuadro 71. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2017	87
Cuadro 72. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2027	88
Cuadro 73. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2037	88
Cuadro 74. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2047	89
Cuadro 75. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 70% de grado de densidad para el rodal 2.....	89
Cuadro 76. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2017	90
Cuadro 77. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2027	90

Cuadro 78. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2037	91
Cuadro 79. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2047	91
Cuadro 80. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 50% de grado de densidad para el rodal 3.....	92
Cuadro 81. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2017	92
Cuadro 82. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2027	93
Cuadro 83. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2037	93
Cuadro 84. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2047	93
Cuadro 85. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 60% de grado de densidad para el rodal 3.....	94
Cuadro 86. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2017	94
Cuadro 87. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2027	95
Cuadro 88. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2037	95
Cuadro 89. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2047	95
Cuadro 90. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 70% de grado de densidad para el rodal 3.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización del área de estudio en la Sierra de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.	18
Figura 2. Estructura diamétrica actual en número de árboles por hectárea del rodal 1.	34
Figura 3. Estructura diamétrica actual en número de árboles por hectárea del rodal 2.	35
Figura 4. Estructura diamétrica actual en número de árboles por hectárea del rodal 3.	36
Figura 5. Diagrama que corresponden a los niveles de densidad del predio.	37
Figura 6. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.	39
Figura 7. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.	40
Figura 8. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.	41
Figura 9. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.	42
Figura 10. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.	43
Figura 11. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.	44
Figura 12. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.	45
Figura 13. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.	46
Figura 14. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.	47
Figura 15. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.	48

Figura 16. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.	49
Figura 17. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.	50
Figura 18. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.	52
Figura 19. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.	53
Figura 20. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.	54
Figura 21. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.	55
Figura 22. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.	56
Figura 23. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.	57
Figura 24. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.	58
Figura 25. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.	59
Figura 26. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.	60
Figura 27. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.	61
Figura 28. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.	62
Figura 29. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.	63
Figura 30. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.	65

Figura 31. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.	66
Figura 32. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.	67
Figura 33. Condición actual y remoción en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.	68
Figura 34. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.	69
Figura 35. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.	70
Figura 36. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.	71
Figura 37. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.	72
Figura 38. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.	73
Figura 39. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.	74
Figura 40. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.	75
Figura 41. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.	76

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el fin de analizar y seleccionar alternativas de manejo silvícola, para tres condiciones de rodal en un bosque de *Pseudotsuga-Abies-Pinus* en la Sierra de las Alazanas, Arteaga, Coahuila. Evaluando primeramente la estructura dasométrica de cada rodal, determinando densidad, cobertura de copa, área basal, incrementos y existencias reales empleando las ecuaciones de volumen utilizadas en el inventario forestal estatal de Coahuila. A partir de los datos generados en la evaluación y con el apoyo de la estructura balanceada se determinaron los distintos niveles de densidad, utilizándolos como alternativa silvícola, proyectando la estructura dasométrica de cada rodal en 10, 20 y 30 años.

Como método de manejo silvícola se empleó el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) donde se aplicaron cortas en los años 2017, 2027, 2037 y 2047, de acuerdo a los principios técnicos del método las intensidades de corta variaron conforme a la magnitud del porcentaje de incremento corriente anual y la proyección dasométrica de cada rodal, con respecto a cada estructura meta o condición futura deseada utilizando el 50 %, 60 % y 70 % de nivel de densidad. Al término de cada cosecha se efectuó un análisis económico en donde se realizó una distribución de productos por categoría diamétrica obteniendo el valor de producción para cada intervención.

Palabras clave: estructura dasométrica, incrementos, condición futura deseada.

I. INTRODUCCIÓN

En la región norte del país las comunidades vegetales de mayor importancia forestal son los bosques de coníferas. De hecho, México ocupa el primer lugar en diversidad de especies del género *Pinus*, el género de mayor importancia económica en el norte del país. Sin embargo, debido a la diversidad climática y topográfica, en esta región se encuentra una gran variedad de comunidades vegetales con elementos arbóreos, formando en ocasiones un complejo mosaico de ecosistemas forestales con una amplia riqueza en flora y paisaje (Vargas, 2003).

El conocimiento de las masas forestales es fundamental para su correcta gestión y ordenación. En ocasiones no basta con un inventario cualitativo del monte, siendo necesaria una valoración cuantitativa, mediante la estimación de variables dasométricas (Cabrera *et al.*, 2014); la evaluación de los recursos forestales tiene como objetivo preponderante el determinar su importancia y grado de utilidad, y así fundamentar su aprovechamiento, no solo a nivel maderable, sino en la diversidad de bienes y servicios que de ellos se obtienen (Ramírez y Torres, 1985, citados por Arteaga, 2001). Los estudios dasométricos constituyen la herramienta de la cuantificación ordenada de las características de crecimiento y desarrollo de un bosque (Graciano, 2001).

La silvicultura se relaciona con el control del establecimiento, el crecimiento, la composición y la calidad de la vegetación forestal (Daniel *et al.*, 1982).

La necesidad de predecir el crecimiento y la producción de los árboles y las masas forestales, así como su respuesta a las actuaciones silvícolas, ha sido y es uno de los objetivos fundamentales de la investigación forestal, ya que la clave para una correcta gestión radica en un profundo conocimiento de los procesos de desarrollo de las especies forestales. En este sentido, los modelos de crecimiento y producción son unas herramientas muy valiosas para los silvicultores y gestores forestales, al permitir predecir el desarrollo de los árboles y/o las masas forestales y, por tanto, facilitar la selección de las mejores alternativas de gestión en función de

unos objetivos fijados, anticipándose a las consecuencias que una determinada acción puede tener sobre el sistema forestal (Diéguez *et al.*, 2009).

1.1 Objetivos

Objetivo General

- Analizar y seleccionar alternativas de manejo para tres condiciones de rodal en la sierra de Arteaga Coahuila.

Objetivos Específicos

- Evaluar la estructura dasométrica y los niveles de densidad actuales de tres rodales.
- Diseñar y evaluar alternativas de manejo para cada rodal, con el apoyo de la proyección de estructuras balanceadas para diferentes niveles de densidad.
- Proyectar la evolución de la estructura dasométrica a través del tiempo para un periodo de 10-20-30 años.
- Efectuar el análisis económico de cada alternativa de manejo.

1.2 Hipótesis

Ho: Ninguna alternativa silvícola permite obtener la condición silvícola futura deseada.

Ha: Al menos una alternativa permite obtener la condición silvícola futura deseada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Evaluación forestal

Las observaciones y las mediciones constituyen la base de cualquier análisis y cálculo de datos de las evaluaciones forestales (Kleinn *et al.*, 2015). La Dasometría es la ciencia dentro del campo forestal que se relaciona con la medida y estimación de las dimensiones de árboles y bosques, de su crecimiento y de sus productos. Para fines de estudio la Dasometría se divide en dos partes: la Dendrometría, que consiste en la medición y estimación de árboles y bosques desde un punto de análisis estático, y la Epidometría que es la medición y la estimación del crecimiento y productos de árboles y bosques, es decir desde un punto de análisis dinámico (Ugalde, 1981). Uno de los objetivos centrales de la Dasometría es describir poblaciones (bosques) en términos del valor total de algún atributo de todos los árboles (área basal, volumen). Dado que las poblaciones forestales son por lo general muy extensas y de difícil acceso, la descripción se basa en una pequeña muestra de árboles, seleccionados de un modo que representen a toda la población. Por razones prácticas, los árboles no se seleccionan individualmente, sino en grupos, llamados unidades muestrales (Prodan *et al.*, 1998).

Romahn y Ramírez (2010) mencionan que el termino medición forestal o Dasometría implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de madera en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos.

El objetivo principal de la Dasometría no es únicamente la medición y estimación de variables, ya que no sería importante saber las dimensiones de árboles y bosques por sí mismos, sino que la Dasometría debe ser considerada como un instrumento que permita obtener la información necesaria para el manejo del recurso en que estamos interesados (Ugalde, 1981).

2.2 Estructura de rodales de edad no uniforme

La estructura de un rodal o bosque se refiere a la distribución de las clases de edad, diámetros, alturas y por sus copas. Los rodales de edad no uniforme cuentan con un mínimo de tres clases distintas de edades, las que con frecuencia se encuentran separadas por intervalos, presentan un dosel no uniforme y discontinuo en el cual los árboles más pequeños son plántulas jóvenes y renuevos, el mayor número de fustes se encuentra dentro de la clase diamétrica más pequeña. Los rodales irregulares se forman en aquellos sitios en que los árboles o grupos de ellos se talan o mueren de forma natural (Daniel *et al.*, 1982). La normalidad de un bosque de selección recae en una serie de árboles de varias edades en donde cada árbol va alcanzando las dimensiones de su madurez y en varias series suplementarias de árboles que se refiere al arreglo de las frecuencias de las categorías diamétricas (Klepac, 1983).

Las características más sobresalientes de las masas naturales incoetáneas es la multiplicidad de especies arbóreas, diversidad de tamaños, edades, características ecofisiológicas y tasas de crecimiento y producción. En consecuencia, la gestión sostenible de estos bosques tiene un mayor grado de complejidad, diferente de lo que normalmente se establece para los bosques regulares (Souza y Jesús, 1994, citados por Araujo *et al.*, 2006).

2.3 Manejo de la densidad en rodales incoetáneos

La densidad es un indicador confiable del grado de ocupación del arbolado de un lugar y tiempo específicos, además es una de las pocas variables que representan, de manera sencilla y objetiva la estructura de áreas forestales (Hernández *et al.*, 2013). La densidad del rodal proporciona información sobre la ocupación del espacio de una población dentro de un área de superficie conocida. Esta influye en el microclima del rodal, especialmente la distribución espacial de la luz y la temperatura. El crecimiento en diámetro es especialmente sensible a cambios de la densidad (Gadow *et al.*, 2007).

La ordenación forestal se realiza con base en las condiciones de reproducción, densidad, crecimiento altura-diámetro, auto-poda, raleo natural y capacidad de liberación, según la tolerancia de cada especie (Daniel *et al.*, 1982). Las guías de densidad son un instrumento eficaz y práctico en la planeación de los tratamientos silvícolas para ser aplicados y define el número de árboles por unidad de superficie en un rodal, debido a que proporcionan información sobre las densidades mínimas y máximas, así como el porcentaje de árboles que se deben eliminar en cada etapa de desarrollo del arbolado; esto permite obtener la mayor productividad de los bosques. Asimismo, estas guías son un elemento importante para el manejo forestal, ya que con ellas se pueden establecer esquemas de manejo silvícola (Hernández *et al.*, 2013).

2.4 La silvicultura en los bosques incoetáneos

2.4.1 Tratamientos intermedios

Los tratamientos intermedios son todas las actividades que se enmarcan dentro de la rotación, que se inician posterior a la fase de regeneración y finalizan antes de la cosecha. Estos tienen como objetivo permitir el establecimiento de las especies deseadas, así como incrementar la calidad de la composición y distribución de las especies y el grado de desarrollo de las mismas. Los tratamientos intermedios apuntan por un lado, al mejoramiento de la sobrevivencia y al crecimiento de la plantas y por otro, al mejoramiento del rodal ya existente, la regulación del crecimiento y la obtención de algunos productos antes de la cosecha (Quiroz *et al.*, 2001).

A través de su vida, desde su nacimiento hasta el comienzo del periodo de reproducción, el monte necesita cortas a intervalos variables y con diferentes fines especiales, aunque siempre con el propósito de corregir sus defectos y aumentar la cantidad y valor de sus productos maderables, todas estas cortas realizadas durante este periodo se llaman cortas intermedias (Fors y Reyes, 1947).

Hernández (2001) menciona que los tratamientos intermedios son el conjunto de cortas que se aplican a una masa forestal durante su desarrollo hasta su madurez, con el fin de controlar su densidad, mejorar su composición, distribuir su crecimiento en los mejores árboles y controlar la duración del turno.

Dentro de las principales cortas intermedias que se aplican a las masas forestales incoetáneas se encuentran las siguientes.

2.4.3 Corta de mejora

Pasada la fase de renuevo, que coincide con la etapa de brinzal, se realizan cortas de mejora en las masas, con el fin de mejorar su calidad y composición extrayendo principalmente los árboles dominantes de especies, formas y condiciones indeseables (Salas *et al.*, 1989).

2.4.4 Corta de recuperación

Son cortas realizadas con el fin de extraer árboles dominantes y codominantes, muertos o lesionados por diversos agentes perjudiciales. Su objetivo suele ser utilizar el material comercializable antes de que pierda su valor (Salas *et al.*, 1989).

2.4.5 Aclareo

Es un tratamiento intermedio que se efectúa desde la fase de desarrollo brinzal y monte bravo, especialmente en bosques de regeneración natural de alta densidad. Tiene como objetivo reducir la competencia entre individuos o especies deseadas. En consecuencia la corta se enfoca en aquellos individuos enfermos, curvos, de ramas gruesas que han crecido excesivamente (“árboles lobo”) y bifurcados (Garrido, 1981, y Vita, 1996, citados por Quiroz, 2001).

Son cortas hechas en una masa forestal con el fin de estimular el crecimiento de los árboles que restan y de aumentar la producción de material utilizable durante el turno. Los árboles extraídos de un aclareo representan un excedente comparados con los que se necesitan para una espesura óptima, su objetivo es regular la

distribución del espacio de crecimiento para favorecer la masa existente (Salas *et al.*, 1989).

2.4.6 Tratamiento de regeneración

El método más aplicado en la regeneración de las masas naturales mixtas es el sistema de selección (Serrada, 1997). Estas operaciones incluyen a los árboles muertos o que están por morir, enfermos, defectuosos, con decremento, individuos que compiten con otros de especies de mayor valor o que impiden su regeneración (Hawley y Smith, 1972).

2.5 Método de selección

También llamado método de entresaca donde la madera se saca cortando individuos aislados, pequeños bosquetes, o fajas estrechas a intervalos relativamente cortos, proceso que se repite, indefinidamente, en toda la superficie del monte, con lo que se favorece la repoblación continua y se mantiene la masa irregular (Salas *et al.*, 1989).

El método de selección se caracteriza por que en cada corta se aprovecha el arbolado maduro a la vez que se hacen las cortas intermedias en una misma masa arbolada. El objetivo es lograr el mejoramiento de dicha masa y obtener la regeneración en cada una de las intervenciones programadas a lo largo del tiempo (SARH, 1985).

Por otra parte, Hernández (2001) menciona que el método de selección consiste en la remoción del arbolado más grande y viejo, aquellos que van alcanzando el turno ya sea en forma individual o por grupos pequeños, a intervalos constantes, repetidos indefinidamente, con el objeto de permitir la regeneración continua y mantener el estado incoetáneo de las masas.

2.6 Las modificaciones del método según la ordenación de las cortas

2.6.1 Método de selección de árboles aislados

El método consiste en la selección de árboles individuales que se extraen, permitiendo que la regeneración aparezca en el claro dejado. Este método debe garantizar que los claros provean de suficiente luminosidad; ello se consigue en general porque el gran tamaño de los árboles que se extraen asegura la creación de claros grandes (Donoso *et al.*, 1990).

2.6.2 Método de selección en grupos o bosquetes

El método de selección puede ser modificado en la forma de su aplicación, se ha consignado en la definición que los árboles objeto de las cortas pueden encontrarse aislados o formando pequeños grupos. Existen ciertas ventajas en mantener una disposición agrupado de los árboles de la misma edad: menos daño a las nuevas generaciones durante el aprovechamiento; probable reducción del costo de las operaciones, más exposición para especies ávidas de luz, las cuales no deben ser tratadas por el método de selección pura. Variando la extensión de los grupos se consigue gran flexibilidad en la aplicación del método (Fors y Reyes, 1947).

2.6.3 Método de selección en franjas

En esta variante del método de selección es el que se aplica en fajas angostas. En este método, en la medida en que se va cortando una faja y regenerando la corta anterior, se va creando una secuencia completa de clases de edad, dispuesta en el sentido del viento dominante, de modo que con el tiempo el bosque en conjunto será de estructura incoetánea (Donoso *et al.*, 1990).

2.6.4 Tratamientos complementarios

Previo a la aplicación del tratamiento de regeneración es necesario fomentar al suelo condiciones favorables de germinación. Las condiciones de humedad

pueden ser controladas hasta cierto punto variando a forma y tamaño de las cortas. Para mejorar otras condiciones y hacer ms eficaz la regeneración debe proceder a las siguientes operaciones.

a) Eliminación de desperdicios

La acumulación de desperdicios que resulta después de los aprovechamientos impide el desarrollo de la nueva regeneración y debe ser eliminada antes del inicio de la geminación. A no ser que la cantidad de desperdicios no sea considerable puede extenderse en una capa de poco espesor, sus efectos pueden ser beneficiosos a la regeneración.

b) Tratamiento a la vegetación espontánea

Después de la corta las plantas inferiores y especies arbóreas que no tienen valor comercial, brotan con demasiada rapidez y constituyen un serio obstáculo a la regeneración. Para proteger la germinación y desarrollo de las especies maderables valiosas, se impone la necesidad de efectuar limpieas periódicas cuidadosas, hasta que dichas especies se encuentren bien establecidas (Fors y Reyes, 1947).

c) Tratamiento al suelo

Para los bosques incoetáneos es difícil realizar este tipo de tratamiento por que los espacios dejados son muy pequeños y no permite la entrada de maquinaria pesada para realizar estas actividades, solo que se requiera realizarlo con herramientas de mano como puede ser talache, pico, pala, etcétera, pero el costo de la operación sería muy elevado (López, 2012).

2.7 Ordenación de las masas irregulares

La ordenación de las masas forestales tiene como objetivo fundamental el cumplimiento de los principios básicos que aseguran el uso sostenible, de los recursos forestales. Para el cumplimiento de estos objetivos la silvicultura se ordena en el espacio y en el tiempo de acuerdo con la forma que se regenera la masa (Mackay, 1961).

Las ventajas potenciales de la ordenación de rodales de edad no uniforme, son principalmente de tipo biológico, las que se incrementan si este es, además, mezclado; sin embargo, esta clase de ordenación tiene también ventajas económicas. La capacidad de crecimiento se puede transformar en ingresos económicos a corto plazo, ya que existe una menor necesidad de gastos especiales en el rodal para realizar trabajos no comerciales de mejoramiento, puesto que se pueden hacer cortas intermedias en el momento de la cosecha, al final de cada ciclo de corta (Daniel *et al.*, 1982).

En el caso de las masas regulares, la edad, el turno, y la forma en que se regenera la masa, son los parámetros que determinan la organización. El conocimiento de las edades no tiene aplicación práctica cuando se trata de organizar una masa irregular, por lo tanto, se sustituye la escala de edades por una escala de diámetros y se consideran maduros los árboles que han alcanzado un diámetro máximo, predeterminado por razones biológicas y económicas (Mackay, 1961).

La corta se prescribe en términos de diámetros mínimo de corta, suponiendo que la próxima corta se efectuara sobre los árboles remanentes, una vez que llegue la cosecha. La organización de las masas se basa en las curvas de equilibrio estimadas a partir de la hipótesis de De Liocourt. Dicha curva representa la distribución diamétrica (Madrigal, 1994, citado por Araujo *et al.*, 2006).

Para controlar el número de árboles que pertenece a cada clase diamétrica se requiere algún método que defina la curva característica en forma de J invertida de los rodales no uniformes. La posición de la curva respecto a las abscisas se fija mediante la elección del árbol de mayor diámetro; el nivel de la población residual determina la posición de la curva entre los dos ejes y la pendiente de la curva está determinada por la distribución deseada de las clases diamétricas; esta pendiente está definida por el coeficiente de disminución q , que expresa la proporción del número de árboles que pertenece a cualquier clase, respecto al número que pertenece a la siguiente clase, lo que produce una curva escalonada (Daniel *et al.*, 1982).

2.8 El modelo de Meyer

El modelo de rodal normal de De Liocourt fue trasladado por Arthur H. Meyer (1952) a una forma matemática en la cual el número de árboles de cierta categoría diamétrica estaría dado por:

$$N_d = k * e^{(-d*a)}$$

Donde:

N_d Es el número de árboles de la categoría diamétrica d por unidad de superficie;

k, a Son constantes derivadas de la estructura normal.

Meyer dijo que k es el parámetro del modelo que representa a la densidad del rodal, mientras que a se refiere a la rapidez con que la curva de frecuencias diamétricas desciende desde los diámetros menores a los mayores. La expresión es más comúnmente referida no por los parámetros a y k , sino por la densidad del rodal y por el factor q , que es la proporción de arbolado, entre categorías diamétricas sucesivas (Mendoza, 1993).

2.9 Métodos de ordenación forestal en México

En México se han aplicado distintos métodos de ordenación forestal, de 1944 a 1973 se empezó a aplicar el Método Mexicano de Ordenación de Montes (MMOM) (FAO, 2004). Una característica relevante del MMOM consistió en hacer variar la intensidad de corta en cada rodal según su porcentaje de incremento corriente, dado un ciclo de corta general previamente determinado. A principio de los años de 1980 el nombre del MMOM se cambió a MMOBI (Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares) al incorporarse el criterio de utilizar como referencia la curva de Liocourt que consiste en guiar la estructura de las masas manejadas hacia la meta ideal del bosque irregular (Torres, 1999). Tanto en el MMOBI como en su antecesor, todos los rodales se manejan bajo el sistema de bosques irregulares

aprovechándolos bajo el tratamiento único de cortas de selección (Hernández *et al.*, 2008).

A mediados de 1970 se observó que algunos bosques nuevos se originaron a consecuencia de las cortas intensivas; a estos bosques se le llamaba de segundo crecimiento y semejaba estructuras regulares impulsando así el método de desarrollo silvícola o MDS; el planteamiento de este método se basó en el reconocimiento del temperamento intolerante de los pinos que se regeneran en claros grandes y que forman rodales coetáneos (Jardel, 2010). En este sistema de manejo se aplican varias cortas de aclareo en la etapa de crecimiento rápido del bosque, y al final del turno se aplica una corta intensiva llamada corta de regeneración dejando en pie árboles para promover que se establezca la regeneración, misma que es liberada en el siguiente ciclo de corta. El objetivo de esta secuencia de tratamientos es llevar a los bosques desde su estructura original hacia una estructura regular a través de la ejecución de un turno (Cano, 1988, citado por Hernandez *et al.*, 2008). A partir de estos métodos se empezaron a buscar métodos mixtos que permitieran aplicar en un predio los conceptos de manejo regular e irregular, entre los cuales se menciona: el Sistema de Conservación y Desarrollo Silvícola (SICODESI), el Sistema de Cortas Sucesivas de Protección (SICOSUP), el Sistema Integral de Manejo de Bosques y Aplicaciones Terrestres (SIMBAT) y el Sistema Silvícola de Selección (SISISE) (SEMARNAT, 2006).

Es así como en Durango se aplican ahora, además de los antes mencionados los métodos mixtos que son: el Sistema Integral de Manejo de Bosques de la Unidad Santiago (SIMBUS), el Sistema de Manejo Integral de Tepehuanes (SMIFT) y el llamado Método Mixto (Hernández *et al.*, 2008).

2.10 Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI)

2. 10.1 Antecedentes

Los primeros métodos de manejo forestal utilizados en México fueron de origen europeo, basados en el sistema silvícola de selección. El antecedente del

MMOBI es el método mexicano de ordenación de montes establecido en 1944 bajo las directrices de la extinta Secretaría de Agricultura. A partir del año 1964, por disposición oficial el MMOM fue de uso generalizado en todo el país.

El MMOM fue modificado en 1984, llamándose Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares, que constituye una alternativa de los bosques de clima templado, en áreas en donde factores como el topográfico, el poco o limitado conocimiento de la gente en materia forestal y el de situaciones de protección ecológica especiales que son limitantes para la utilización de técnicas intensivas (SEMARNAT, 2014).

2.10.2 Criterios silvícolas del MMOBI

- Utiliza el método de selección, con el objeto de realizar la cosecha y propiciar la regeneración y distribución de la masa en todas las categorías diamétricas.
- Selección del arbolado a extraer en toda la estructura vertical del bosque, de distintas edades y alturas.
- En las cortas se da prioridad a los árboles viejos, deformes, plagados o con cualquiera otra característica no deseable; esto con el fin de ir dejando el arbolado de mejores condiciones que permita aumentar la calidad del bosque ordenado.
- Se extraen árboles maduros, que proporcionan la mayoría de los productos comerciales con el fin de mitigar competencia y propiciar condiciones de establecimiento de la regeneración y el desarrollo de los árboles más jóvenes con posibilidades de llegar a una corta final.
- Utilizando la estructura meta normal conocida como Liocourt permite definir el arbolado a extraer con base en la distribución de frecuencias de categorías diamétricas que conduzca o mantenga esa estructura meta. Debe definirse deseablemente para cada rodal y especie, pero de manera práctica se puede hacer para cada estrato y grupo de especies (géneros).

2.10.3 Principios técnicos del MMOBI

Una característica relevante del método, consiste en hacer variar la intensidad de corta en cada predio o rodal de conformidad con la magnitud de su porcentaje de incremento corriente anual, dado un ciclo de corta fijo y previamente determinado.

2.10.4 Determinación de la posibilidad

Para un mismo tiempo de recuperación (ciclo de corta), un bosque aprovechado que ofrece un crecimiento mayor, puede compensar un volumen cortado también mayor, que otro que su capacidad de crecimiento sea más baja, y el que indudablemente el volumen de corta debe también ser menor, a fin de que ambos durante el ciclo de corta uniforme alcancen con sus crecimientos las existencias que tenían antes de sus aprovechamientos.

Formulas básicas:

$$P.A = \frac{V.C}{C.C}$$

$$E.R. = V.P * 1.0P^{C.C.}$$

$$C.C. = \frac{\text{Log } E.R. - \text{Log } V.P.}{\text{Log } 1.0P}$$

$$I.C. = \left(1 - \frac{1}{1.0P^{C.C.}}\right) 100$$

$$V.C. = E.R. \left(1 - \frac{1}{1.0P^{C.C.}}\right)$$

Donde:

P.A.= Posibilidad de corta.

E.R.= Existencias reales en m³ antes de la corta.

P. = Por ciento de incremento en volumen.

C.C.= Ciclo de corta en años.

V.C.= Volumen de corta en m³.

I.C. =Intensidad de corta (%)

La determinación del volumen de remoción se basa en el cálculo de la tasa de crecimiento en volumen que tiene cada rodal del bosque, expresado como porcentaje del Incremento Corriente Anual (P).

La intensidad de corta (I.C.) depende entonces de la magnitud del I.C.A., y de su periodo de reposición del volumen cortado, que corresponde la ciclo de corta (C.C.), calculando el volumen residual o en pie después de la corta, que debe ser el mínimo necesario para que el rodal recupere el volumen cortado.

Para la proyección de los volúmenes futuros (E.R. futuras), se aplica el principio del Interés Compuesto, el cual se basa en que los intereses (volumen de crecimiento anual) se acumulan al capital (E.R.), y que generan a su vez mas intereses. Con este planteamiento se establece un ritmo de extracción de volúmenes y recuperación de los mismos, como un ciclo continuo y por tiempo indefinido. El rodal nunca es cortado totalmente, sino que solo se extrae el volumen que se calcula (V.C.) teniendo como base la magnitud de crecimiento de cada rodal.

El MMOBI se aplica principalmente a bosques formados por especies tolerantes, aunque también se puede aplicar a especies heliófitas o de sol, ajustando el tamaño de claro para que el cambio microclimático del bosque permita el establecimiento de la regeneración natural, en forma continua.

2.11 Trabajos afines

Nájera (2000) realizó un estudio en los predios particulares El Pilar y La Armenia, ubicados en la Sierra de las Alazanas, municipio de Arteaga, Coahuila, para evaluar los cambios microclimáticos ocasionados por distintos niveles de corta al bosque, así como para determinar el efecto del microclima sobre el establecimiento de la regeneración natural de coníferas, en un bosque mixto

incoetáneo de *Abies-Pseudotsuga-Pinus*. Los tratamientos silvícolas fueron una corta de regeneración con el método de árboles padres, una corta de aclareo y un testigo sin ninguna corta. Para evaluar sobrevivencia de plántulas bajo el dosel de cada tratamiento, se consideraron las variables, densidad, área basal y cobertura de arbustos y hierbas. Los resultados obtenidos indicaron que, debido a la modificación de la cobertura arbórea, los estratos arbustivo y herbáceo presentan características distintivas, ya que al cambiar las condiciones microclimáticas, se puede favorecer a especies que antes de las cortas no prosperaban en el sitio por sus requerimientos ecofisiológicos. El estado actual de la regeneración natural de las coníferas, refleja que en el testigo, la densidad de la regeneración es mayor, y la proporción más alta corresponde a la especie más tolerante, que es *Abies vejari*, que aporta casi el 60 por ciento del total. En el tratamiento de aclareo, *Pseudotsuga flahaulti* y *Pinus rudis* mantienen prácticamente la misma densidad de regeneración, pero *P. ayacahuite* disminuye a menos de la mitad y *A. vejari* disminuye en casi un 25 por ciento. En la corta de árboles padre, donde se eliminó un poco más del 75 por ciento de la cobertura, *A. vejari*, solo muestra una densidad algo mayor del 10 por ciento de la que muestra en el testigo.

Jiménez (1997) realizó dos muestreos selectivos diferentes en Arteaga Coahuila, para elaborar una guía de densidad para bosques incoetáneos de *Pseudotsuga-Pinus-Abies*, uno sobre manchones de “densidad completa” en los cuales se establecieron 20 sitios circulares de dimensiones fijas de 1000 m²; el otro se realizó sobre 115 árboles aislados de *Pseudotsuga sp* y 55 árboles de *Abies vejari*. Se calculó la sobreposición de las copas con la fórmula del segmento circular, donde se obtuvo una sobreposición del 21.1 %. La estructura diamétrica fue balanceada por el método de De Liocourt y la formula de Meyer, la cual fue linearizada y manejada por medio de una regresión lineal simple, con lo que se obtuvo la siguiente ecuación: $\text{Log } Y = 3.274664 + (-0.120404 (0.43429) (CD))$. Posteriormente se buscó un nuevo intercepto para obtener la densidad máxima del rodal, dando la ecuación: $\text{Log } Y = 3.419811 + (-0.120404 (0.43429) (CD))$ con la cual se determinó el número de árboles por categoría diamétrica por hectárea para la densidad máxima, lo que definió la posición de la línea “A” para la guía. Con la

ecuación anterior se generó el número de árboles, para línea de densidad mínima y con base en esta variable se obtuvo el área basal para cada categoría diamétrica, los cuales definieron la posición de la línea "B". Para la línea "C" se utilizaron los incrementos diamétricos medios por categoría diamétrica, donde se obtuvo el diámetro normal antes de 10 años, el número de árboles manejados para esta línea son los mismos que en la línea "B" y con base en esta variable se generó el área basal por hectárea, definiendo así la línea "C" de la guía de densidad.

García (2012) realizó un programa de cortas intermedias para conducir un bosque de *Pinus rudis* hacia una condición futura deseada en la sierra de Arteaga Coahuila, analizando 3 alternativas de manejo silvícola; 1. Sin manejo silvícola, 2. Aclareo por lo alto, 3. Aclareo mixto. Se estableció que la condición futura deseada se mantuviera entre el 60 y 80 % de grado de densidad al final del turno, también realizó la distribución de productos esperando que el volumen total generara al menos el 60 % de productos primarios. La alternativa de manejo seleccionada para este estudio fue la alternativa 3, aclareo mixto, manteniendo el rodal para el 2012 el 74 %, el 77.88 % en 2022 y para el 2032 el 74.86 % de grado de densidad. La curva generada en densidad, área basal y volumen presentó una distribución normal y en cuanto a la distribución de productos el 83.27% del volumen total generó productos primarios y un valor de producción mayor en relación a las otras alternativas analizadas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación

El presente estudio se realizó en tres rodales con una superficie total de 40.3 hectáreas, dentro del área conocida como Hoya La Loba, en la sierra de las Alazanas, municipio de Arteaga, Coahuila, la que se ubicada dentro de la Sierra Madre Oriental, en las coordenadas 25°16'40.77" latitud Norte y 100°29'40.17" longitud Oeste, a una altitud de 3220 msnm (Figura 1).

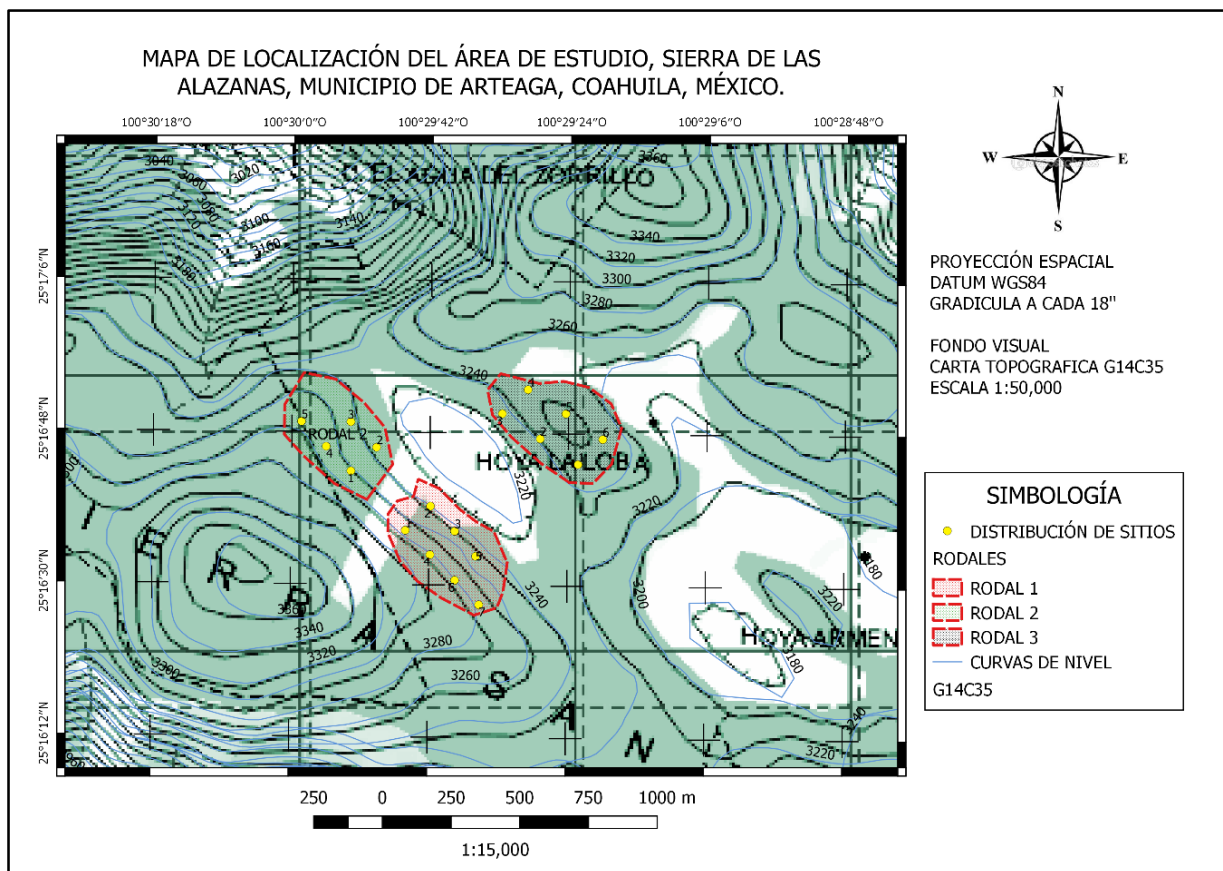


Figura 1. Localización del área de estudio en la Sierra de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.

3.1.2 Clima

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1981) el tipo de clima es *Cb (x') (Wo) (e) g*; que corresponde a un clima templado con verano fresco largo, con un régimen de lluvias repartidas todo el año, porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual entre 5 y 10.2 %, extremoso con oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C, en tanto que presenta con marcha de temperatura tipo Ganges.

La estación meteorológica de San Antonio de Las Alazanas, Arteaga, Coahuila, reporta una temperatura media anual de 13.3 °C. Los meses de Mayo y Junio son los más cálidos con una temperatura media de 16.1 °C. La precipitación media anual es de 498.0 mm.

3.1.3 Suelo

Las características geomorfológicas del territorio propician la formación de diversas unidades de suelo; así, dentro del área de estudio “Sierra las Alazanas” predominan los de tipo litosol, son suelos someros con profundidades inferiores a los 10 cm hasta la roca, tepetate o caliche duro, ampliamente desarrollados en las formaciones serranas, estos ocupan cerca de un 70% del territorio y se presentan en la exposición norte.

Existen además de litosoles, sectores con suelos de tipo luvisol crómico; se trata de suelos moderadamente fértiles de color rojo-amarillentos altamente susceptibles a la erosión (Cano *et al.*, 2007).

3.1.4 Vegetación

El tipo de vegetación corresponde a un bosque mixto de coníferas, con una asociación de géneros *Abies-Pseudotsuga-Pinus*. Las especies presentes son *Abies vejari*, *Pseudotsuga flahaulti*, *Pinus ayacahuite* y *P. rudis*. El estrato arbustivo está constituido principalmente por *Symphoricarpos microphylus* y *Paxistima myrsinites*,

en tanto que el estrato herbáceo lo constituyen *Senecio coahuilensis*, *Achillea millefolium*, *Geranium crenatifolium*, *Festuca arizonica* y *Polytrichum* sp. (Nájera, 2000).

3.1.5 Fauna

Para el grupo de reptiles se reportan especies con afinidad de a climas desérticos como a climas templados, ligeramente más húmedos algunas especies características son *Arizona elegans expolita*, *Gambelia wicklizenii*, *Leptotyphlos humilis* al suroeste. Reptiles de amplia distribución en la provincia son *Cophosaurus texanus scistulus*, *Sceloporus grammicus*, *Phrynosoma cornutum*, *Gerrhonotus liocephalus*, *Masticophis flagelum testaceus*, *Tantilla antriceps* y *Crotalus scutulatus*.

La avifauna incluye una alta variedad de aves migratorias, residentes y accidentales; entre las especies están *Aquila chrysaetos*, *Athene cunicularia*, *Charadrius montanus* y *Spizella wortheni* (especie amenazada y endémica). De las especies registradas para la región son *Falco peregrinus*, *Callipepla squamata*, *Phalaenoptilus nuttallii*, *Pyrocephalus rubinus*, *Aphelocoma coerulescens*, *Toxostoma curvirostre*, y *Carpodacus mexicanus*.

Respecto al grupo de mamíferos se reportan especies como *Antrozous pallidus*, *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Vulpes velox*, *Odocoileus hemionus*, *Odocoileus virginianus*, *Didelphis virginiana*, *Thomomys umbrinus*, *Lepus californicus*, *Sylvilagus audubonii*, *Sylvilagus floridanus*, *Conepatus mesoleucus*, *Mephitis macroura*, *Spilogale putorius*, *Mustela frenata*, *Taxidea taxus* (tlalcoyote), *Bassariscus astutus*, *Nasua narica*, *Notiosorex crawfordi*, *Cynomys mexicanus* y *Tayassu tajacu* (Cano et al., 2007).

3.2 Metodología

3.2.1 Sistema de muestreo y tamaño de los sitios

El método de muestreo utilizado para recabar información en campo fue un muestreo de tipo sistemático. Este tipo de muestreo consiste en ubicar los sitios de muestreo de acuerdo a un patrón sistemático, esto es, que los sitios queden distribuidos de tal manera que guarden una cierta distancia prefijada entre sí. Para determinar el tamaño de muestra se utilizó una intensidad de muestreo del 5% el cual estuvo en función de la superficie a inventariar teniendo como resultado un total de 20 sitios. El muestreo sistemático, suele dar estimaciones más exactas, pues los sitios de muestreo están mejor distribuidos en el área de estudio.

3.2.2 Forma y tamaño de los sitios

Los sitios que se levantaron en cada rodal, fueron sitios de dimensiones fijas los cuales corresponden a una superficie de 1000 m², de forma circular, con un radio de 17.84 m; se utilizó este tipo de muestreo debido a que es uno de los más utilizados para los inventarios en bosques de coníferas. Para la delimitación de los sitios se utilizó una cuerda compensada tomando en cuenta el porcentaje de la pendiente de cada sitio, de esta manera se le asignó la compensación correspondiente.

3.2.3 Registro de datos por sitio

Una vez ubicado y delimitado el sitio de muestreo, se tomaron los siguientes datos:

- Densidad: Para determinar esta variable se registró el número de individuos presentes en cada sitio y por categoría diamétrica (CD).
- Medición del diámetro normal: Esta operación se realizó con el apoyo de una cinta diamétrica, a una altura de 1.3 metros del suelo (diámetro normal o diámetro a la altura del pecho), esto para cada uno de los individuos dentro del sitio.

- Medición de la altura media: Esta se obtuvo con el apoyo de una pistola Haga o clinómetro, para ello se tomó en cuenta la pendiente del terreno, ajustando la distancia horizontal de esta. Esta medición se llevó a cabo definiendo un árbol que representara la altura media por categoría diamétrica que se encontró dentro del sitio.
- Medición del diámetro de copa: Esta medición se llevó a cabo para cada uno de los individuos dentro del sitio, para ello se utilizaron cintas métricas de 25 m. Se hizo midiendo el diámetro de copa mayor y el diámetro de copa menor, proyectando la última rama viva de cada individuo hacia el suelo.
- Medición de la edad: Para realizar esta medición se eligió un individuo de cada clase diamétrica (CD) y dominante en cuanto a la altura. Esto se obtuvo introduciendo el taladro de Pressler a una altura de 1.30 metros respecto del suelo y por el lado de “arriba” de la pendiente, se procedió a la extracción de la viruta (cilindro de madera), de esta se contabilizaron el número de anillos desde el centro hacia la corteza y agregando el número de años que tarda en crecer hasta 1.3 m cada especie.
- Medición del tiempo de paso: Para la obtención de esta variable se utilizó una regla contabilizando el número de anillos en 2.5 cm medidos de la corteza hacia el centro de la viruta obtenida del árbol representativo, obteniendo el dato de número de años.

Además de estas variables evaluadas en cada sitio de muestreo se tomaron algunos otros datos de control: nombre del área de estudio: estado, municipio, ejido; las coordenadas del sitio en datum WGS 84; número de rodal, número de sitio, superficie del sitio, número de brigada y la fecha.

También se determinaron en todos los sitios datos ecológicos silvícolas como la exposición del terreno, la pendiente (%), la profundidad del suelo (cm), materia orgánica (cm), pedregosidad, afloramiento rocoso (%), asociación vegetal, renuevo, estado sanitario y erosión, tipo e intensidad.

3.2.4 Determinación de la condición silvícola presente

Para determinar la condición silvícola actual del rodal, se capturaron los datos obtenidos en el inventario forestal en el programa Excel, de acuerdo al siguiente procedimiento.

3.2.5 Ajuste de variables dasométricas

De acuerdo a la dispersión de los datos e inconsistencias de las variables evaluadas en el inventario como lo es la altura media, edad y tiempo de paso; se prosiguió a ajustar las variables mediante modelos de regresión procesándolas en el programa estadístico SAS versión 9.0.

Altura ajustada con respecto a la categoría diamétrica

Para obtener la curva de crecimiento en altura se emplearon los datos de altura media y categoría diamétrica se prosiguió a probar la ecuación de Schumacher, la ecuación de Gompertz y el modelo Logístico. El modelo seleccionado fue calificado de acuerdo al siguiente criterio: el que presento mayor R^2 aj, menor CME y mayor F calculada (Anexo 1).

Edad ajustada respecto a la categoría diamétrica

Para el ajuste de la edad, se emplearon los datos de edad y categoría diamétrica se prosiguió a probar la ecuación de Schumacher, la ecuación de Gompertz y la función de Power. El modelo seleccionado fue calificado de acuerdo al siguiente criterio: el que presento mayor R^2 aj, menor CME y mayor F calculada. (Anexo 2).

Tiempo de paso ajustado respecto a la categoría diamétrica

Para el ajuste del Tiempo de Paso, se emplearon los datos de Tiempo de Paso y categoría diamétrica se prosiguió a probar la ecuación de Schumacher, la ecuación de Gompertz y el modelo Logístico. El modelo seleccionado fue calificado de acuerdo al siguiente criterio: el que presento mayor R^2 aj, menor CME y mayor F calculada. (Anexo 3).

3.2.6 Calculo de parámetros dasométricos

Existencias volumétricas: De acuerdo a los datos de densidad, altura promedio y categoría diamétrica de cada sitio, se procedió a obtener el volumen unitario de cada especie para lo cual se emplearon las ecuaciones utilizadas en el Inventario Estatal Forestal y de Suelos de Coahuila en el 2013.

Pseudotsuga flahaulti

$$\text{VOL} = \text{EXP} [-9.87472826 + 1.87766305 * \text{LN} (\text{CD}) + 1.00933229 * \text{LN} (\text{H})]$$

Abies vejari

$$\text{VOL} = \text{EXP} [-9.8732337 + 1.85512732 * \text{LN} (\text{CD}) + 1.11426549 * \text{LN} (\text{H})]$$

Pinus ayacahuite

$$\text{VOL} = \text{EXP} [-9.4786656 + 1.77975727 * \text{LN} (\text{CD}) + 1.07182675 * \text{LN} (\text{H})]$$

Donde:

VOL = Volumen

CD= Clase Diamétrica

H = Altura

LN = Logaritmo Natural

El volumen unitario se multiplicó por la densidad de árboles de cada categoría diamétrica, esto permitió determinar las existencias reales en m³ por sitio y por hectárea.

- Área basal: El área basal correspondiente a cada categoría diamétrica se obtuvo con base a la fórmula para obtener el área del círculo, al obtener el área basal unitaria se multiplicó por el número de árboles por categoría diamétrica esto permitió obtener el área basal por sitio y por hectárea.
- Densidad: La densidad de cada rodal se determinó considerando todos los árboles que se registraron por categoría diamétrica en cada sitio del rodal, y de los cuales se obtuvo la densidad media por sitio, sumando todas las

densidades de los sitios y dividiendo entre el número de sitios; con este valor se calculó la densidad por hectárea.

3.2.7 Determinación de las estructuras actuales, balanceadas y grados de densidad.

Estructura actual

La estructura actual para cada uno de los rodales se determinó con el análisis de la densidad en número de árboles por hectárea en relación a cada categoría diamétrica.

Estructura balanceada

Una vez obtenida la estructura actual para cada rodal, para poder definir la estructura balanceada en número de árboles por categoría diamétrica del rodal, se empleó el modelo de A. Meyer (1952). La fórmula es la siguiente:

$$Y=K e^{-ax}$$

Donde:

Y= Número balanceado por categoría diamétrica

K= Coeficiente de regresión que corresponde al origen de la curva (intercepto)

e= Base de los logaritmos naturales (neperianos)

a= Coeficiente de regresión que corresponde a la pendiente de la curva

x= Categoría diamétrica

Para determinar la estructura equilibrada de cada rodal el modelo de Meyer se “linearizó” mediante el empleo de logaritmos decimales para realizar una expresión de tipo lineal con el siguiente modelo.

$$Y= a + bx$$

Donde:

Y= Variable dependiente

a= Intercepto

b= Pendiente

x=Variable independiente

El modelo de Meyer se transforma en la siguiente ecuación:

$$Y = \log k + a \times \log e$$

3.2.8 Niveles de densidad

Para determinar los niveles de densidad (%), y el número de árboles por hectárea a nivel rodal, se calculó un factor de conversión con base a la cobertura de copa. Para definir este factor se dividió lo que corresponde a la superficie de una hectárea (10000 m²) entre la cobertura presente en la condición actual de los tres rodales expresada en m²/ha.

El valor obtenido de realizar esta operación se multiplicó por la estructura balanceada, el cual definió el 100% de densidad del rodal expresado en número de árboles por hectárea correspondientes a cada categoría diamétrica y con estos valores se determinaron los diferentes grados de densidad en forma proporcional.

3.2.9 Condición futura deseada

Con base al análisis de la estructura actual, la estructura balanceada, los grados de densidad máximos y mínimos esperados por rodal, las existencias reales y los crecimientos e incrementos de los árboles por categoría diamétrica se elaboró una estructura meta o condición futura deseada que cumpliera con los objetivos para llevar a una mejor condición el rodal, de tal manera que el bosque alcance la estructura normal de los bosques incoetáneos. Se proyectaron estructuras metas para densidades del 50 al 70% de densidad.

La estructura meta del 50% de densidad con un diámetro mínimo de corta de 45 cm representa 578 árboles por hectárea, existencias reales de 117.494 m³/ha, área basal de 15.660 m²/ha e incremento corriente anual de 2.938 m³/ha por año (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estructura meta al 50% de grado densidad, existencias reales, área basal e incremento corriente anual.

Categoría Diamétrica cm	Densidad Arb/ha	Existencias Reales m ³ /ha	Área Basal m ² /ha	Incremento Corriente Anual m ³ /ha
5	166	1.110	0.325	0.176
10	128	4.421	1.003	0.333
15	91	8.561	1.603	0.404
20	64	13.071	2.026	0.428
25	46	17.057	2.249	0.431
30	33	18.445	2.302	0.374
35	23	18.690	2.227	0.312
40	16	18.421	2.067	0.261
45	12	17.719	1.859	0.218
Total	578	117.494	15.660	2.938

La estructura meta del 60% de densidad con un diámetro mínimo de corta de 45 cm representa 694 árboles por hectárea, existencias reales de 140.993 m³/ha, área basal de 18.793 m²/ha e incremento corriente anual de 3.526 m³/ha por año (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estructura meta al 60% de grado densidad, existencias reales área basal e incremento corriente anual.

Categoría Diamétrica cm	Densidad Arb/ha	Existencias Reales m ³ /ha	Área Basal m ² /ha	Incremento Corriente Anual m ³ /ha
5	199	1.331	0.390	0.212
10	153	5.305	1.203	0.400
15	109	10.274	1.924	0.485
20	77	15.685	2.431	0.513
25	55	20.468	2.699	0.518
30	39	22.134	2.762	0.449
35	28	22.428	2.672	0.374
40	20	22.105	2.480	0.314
45	14	21.263	2.231	0.262
Total	694	140.993	18.793	3.526

La estructura meta del 70% de densidad con un diámetro mínimo de corta de 45 cm representa 809 árboles por hectárea, existencias reales de 164.492 m³/ha, área basal de 21.925 m²/ha e incremento corriente anual de 4.114 m³/ha por año (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estructura meta al 70% de grado densidad, existencias reales área basal e incremento corriente anual.

Categoría Diamétrica cm	Densidad Arb/ha	Existencias Reales m ³ /ha	Área Basal m ² /ha	Incremento Corriente Anual m ³ /ha
5	232	1.553	0.455	0.247
10	179	6.189	1.404	0.467
15	127	11.986	2.244	0.565
20	90	18.299	2.836	0.599
25	64	23.879	3.149	0.604
30	46	25.823	3.223	0.523
35	32	26.166	3.117	0.437
40	23	25.789	2.894	0.366
45	16	24.807	2.603	0.306
Total	809	164.492	21.925	4.114

3.2.10 Crecimiento e incremento

Curva de crecimiento en altura. Para determinar la curva de crecimiento en altura se realizaron análisis de regresión probando tres modelos, para escoger el modelo con mejor ajuste. Se probó la ecuación de Schumacher, la ecuación de Gompertz y el modelo Logístico. El modelo seleccionado fue el que presentó mayor R^2 aj, menor CME y mayor F calculada.

Incremento en volumen. Para calcular el incremento en volumen se calculó el incremento corriente anual (I.C.A.). Para calcular el I.C.A. se utilizó la metodología de Loetsch modificada por Villa-Salas y se llevó a cabo de la siguiente manera. En la primer columna se anotaron las categorías diamétricas en centímetros (cm) empezando con la categoría diamétrica inferior a la más pequeña considerada y se termina con la categoría superior a la más grande considerada. En la columna dos se anotaron la densidad de árboles por hectárea por categoría diamétrica. En la columna tres se anotaron las alturas de acuerdo a cada categoría diamétrica. En la columna cuatro se anotaron los tiempos de paso obtenidos en cada categoría diamétrica. En la columna cinco se anotaron los volúmenes del árbol tipo por cada clase diamétrica, los cuales se obtuvieron con la ecuación seleccionada y se expresa en metros cúbicos (m^3). En la columna seis se determinaron las diferencias de volumen existentes entre las categorías diamétricas sucesivas. En la columna siete se calculó el I.C.A. por árbol el cual se obtuvo dividiendo la diferencia de volumen por categoría diamétrica (columna seis) entre el tiempo de paso por categoría diamétrica (columna cuatro) y finalmente en la columna ocho se calculó el I.C.A. por categoría diamétrica el cual se obtuvo de multiplicar el I.C.A. por árbol por la densidad, número de árboles por categoría diamétrica y se expresa en m^3 .

3.2.11 Distribución de productos

La distribución de productos para este estudio se realizó de manera gráfica de acuerdo con las dimensiones de cada producto a obtener; éstos se distribuyeron por categoría diamétrica utilizando tipos dendrométricos. El cálculo del volumen de las trozas se determinó con la fórmula de Smalian y para el cálculo del volumen de la punta se utilizó la fórmula del cono, determinando la distribución con los datos de alturas por categoría diamétrica representadas de manera gráfica a escala en hojas milimétricas generando una matriz de volumen y porcentaje para poder determinar la producción y valor de producción para cada cosecha.

3.2.12 Calculo de volumen por troza

Para el cálculo del volumen por troza se usó la fórmula de Smalian. Esta expresión indica que el volumen de la troza es igual al producto de la semisuma de las áreas de las secciones transversales extremas de la troza por su longitud.

$$v_s = \left(\frac{S_0 + S_1}{2} \right) * L$$

En esta fórmula se tiene que:

V_s = Volumen por Smalian.

L =Longitud del fuste o troza.

S_0 y S_1 = Áreas de las secciones transversales extremas del fuste o troza.

Para la aplicación de esta expresión se obtienen los diámetros de las secciones extremas del fuste o troza y con ellos se calculan las áreas.

Para calcular el volumen de la punta se empleó la fórmula del cono.

$$V_c = \frac{S_0 * h_0}{3}$$

Donde:

V_c = Volumen del cono

S_0 = Área de la base

H_0 = Longitud

La fórmula indica que el volumen del cono es igual a la tercera parte del volumen del cilindro de la misma base y altura (Romahn y Ramírez, 2010).

3.2.13 Distribución de productos deseada

Con los árboles de las diferentes categorías diamétricas de cosecha por hectárea para cada rodal y nivel de densidad se pretende obtener al menos la siguiente distribución de productos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje para la distribución de productos

Distribución de productos	Porcentaje
Trozas medidas comerciales	55%
Pilotes para mina y Morillos	25%
Celulósicos y Leñas	10%
Desperdicios	10%

3.2.14 Valor de la producción para cada alternativa

Para hacer el cálculo del valor de la producción se utilizó la matriz de porcentajes por categoría diamétrica, para repartir el volumen extraído de los diferentes productos en las diferentes etapas proyectadas, obtenidos los valores en metros cúbicos por hectárea de los diferentes productos se multiplicó por el valor económico de cada producto, para el caso de pilotes para mina y morillos se convirtieron los valores a piezas para darle valor a cada pieza. El valor de los productos forestales se obtuvo del sistema de precios de productos forestales

maderables de México publicado en el 2016 por la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valor de los productos forestales.

TMC	TCD	PM	MO	CL	DESP
\$ 1200.00	\$ 720.00	\$240.00	\$ 216.00	\$ 360.00	\$ 0.00
m ³ r.	m ³ r.	pieza	pieza	m ³ r.	m ³

TMC = Trozas medidas comerciales, TCD = Trozas cortas dimensiones, PM = Pilotes para mina, MO = Morillos, CL = Celulósicos y leña, y DESP = Desperdicios.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Condición actual en densidad, área basal, cobertura, existencias reales e incrementos

4.1.1 Condición actual rodal 1

La densidad actual del rodal 1 en número de árboles por hectárea y por categoría diamétrica fue de un total de 406 árboles en la cual se distingue que el mayor número de árboles se presenta en las categorías menores y disminuye conforme el diámetro es mayor, el área basal por hectárea del rodal se encuentra en 20.189 m²/ha, con una cobertura de copas de 4744.1 m²/ha, las existencias reales son de 173.556 m³/ha y el Incremento Corriente Anual es de 2.701 m³/ha por año (Cuadro 6).

Cuadro 6. Condición dasométrica actual del rodal 1.

Categoría diamétrica cm	Altura m	Densidad Arb/ha	Área Basal m ² /ha	Cobertura m ² /ha	Existencias Reales m ³ /ha	Incremento Corriente Anual m ³ /ha
5	5.63	98	0.192	310.4	0.636	0.100
10	7.94	94	0.738	524.2	3.175	0.242
15	10.29	58	1.025	417.9	5.360	0.250
20	12.60	28	0.880	247.4	5.481	0.179
25	14.64	32	1.571	418.7	11.482	0.287
30	16.69	24	1.696	453.8	13.092	0.263
35	18.59	18	1.732	419.9	14.031	0.233
40	19.77	12	1.508	336.4	13.269	0.188
45	20.64	12	1.909	331.5	17.876	0.220
50	20.31	4	0.785	152.1	8.145	0.089
55	21.03	2	0.475	73.7	5.009	0.048
60	23.11	8	2.262	353.4	22.397	0.192
65	24.09	14	4.646	610.3	45.326	0.351
70	22.51	2	0.770	94.3	8.277	0.058
Total		406	20.189	4744.1	173.556	2.701

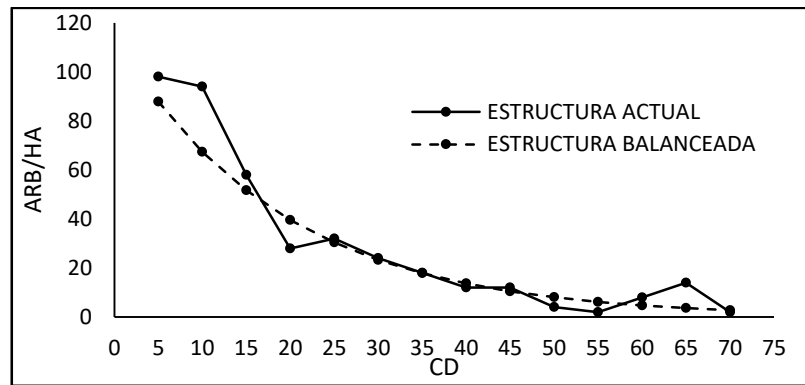


Figura 2. Estructura diamétrica actual en número de árboles por hectárea del rodal 1.

4.1.2 Condición actual rodal 2

La densidad actual del rodal 2 en número de árboles por hectárea y por categoría diamétrica fue de un total de 551 árboles en la cual se distingue que el mayor número de árboles se presenta en las categorías menores y disminuye conforme el diámetro es mayor; el área basal por hectárea del rodal se encuentra en 17.468 m²/ha, con una cobertura de copas de 5029.61 m²/ha, las existencias reales son de 126.996 m³/ha y presenta un Incremento Corriente Anual de 2.633 m³/ha por año (Cuadro 7).

Cuadro 7. Condición dasométrica actual del rodal 2.

Categoría Diamétrica cm	Altura m	Densidad Arb/ha	Área Basal m ² /ha	Cobertura m ² /ha	Existencias Reales m ³ /ha	Incremento Corriente Anual m ³ /ha
5	5.69	181	0.355	567.24	1.135	0.181
10	7.95	125	0.982	694.89	3.842	0.289
15	10.30	70	1.245	507.09	5.808	0.267
20	12.57	36	1.144	322.67	6.856	0.220
25	14.49	33	1.613	446.87	11.616	0.287
30	16.35	40	2.827	729.42	21.187	0.423
35	18.08	27	2.611	577.12	19.841	0.329
40	19.24	17	2.124	460.26	17.699	0.250
45	20.50	12	1.931	339.13	16.182	0.197
50	0.00	0	0.000	0.00	0.000	0.000
55	22.98	1	0.339	49.99	2.535	0.024
60	22.22	5	1.346	210.38	13.092	0.112
65	24.09	3	0.948	124.55	7.204	0.054
Total		551	17.468	5029.61	126.996	2.633

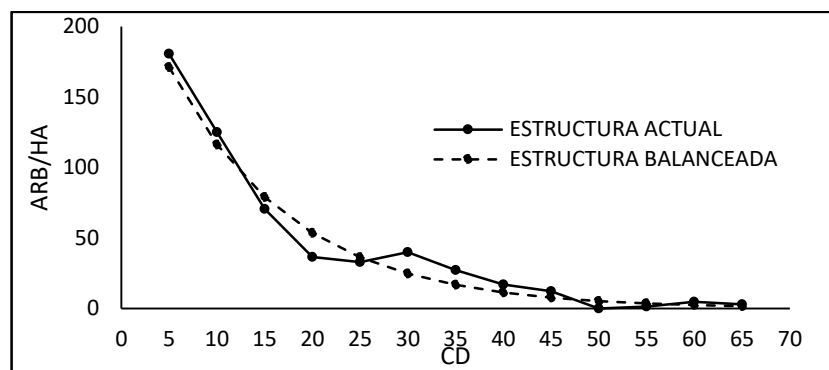


Figura 3. Estructura diamétrica actual en número de árboles por hectárea del rodal 2.

4.1.3 Condición actual rodal 3

La densidad actual del rodal 3 en número de árboles por hectárea y por categoría diamétrica fue de un total de 515 árboles, en la cual se observa que el mayor número de árboles se presenta en las categorías menores y disminuye conforme el diámetro es mayor, el área basal por hectárea del rodal se encuentra en 24.383 m²/ha, con una cobertura de copas de 5657.252 m²/ha, las existencias reales son de 191.857 m³/ha y el Incremento Corriente Anual es de 3.557 m³/ha por año (Cuadro 8).

Cuadro 8. Condición dasométrica actual del rodal 3.

Categoría Diamétrica cm	Altura m	Densidad Arb/ha	Área Basal m ² /ha	Cobertura m ² /ha	Existencias Reales m ³ /ha	Incremento Corriente Anual m ³ /ha
5	5.88	53	0.105	143.332	0.375	0.061
10	8.11	98	0.772	409.514	3.389	0.248
15	10.33	85	1.502	574.870	7.547	0.359
20	12.59	100	3.142	819.447	18.404	0.596
25	14.56	58	2.863	660.721	20.453	0.513
30	16.52	40	2.827	721.331	20.483	0.427
35	18.27	22	2.085	456.301	15.020	0.247
40	19.88	17	2.094	437.422	15.047	0.209
45	19.96	12	1.856	333.089	17.220	0.212
50	20.31	17	3.273	554.471	33.938	0.369
55	22.98	2	0.396	55.305	2.958	0.028
60	21.62	10	2.827	412.826	30.126	0.259
65	22.11	0	0.000	0.000	0.000	0.000
70	22.51	2	0.641	78.622	6.897	0.049
Total		515	24.383	5657.252	191.857	3.577

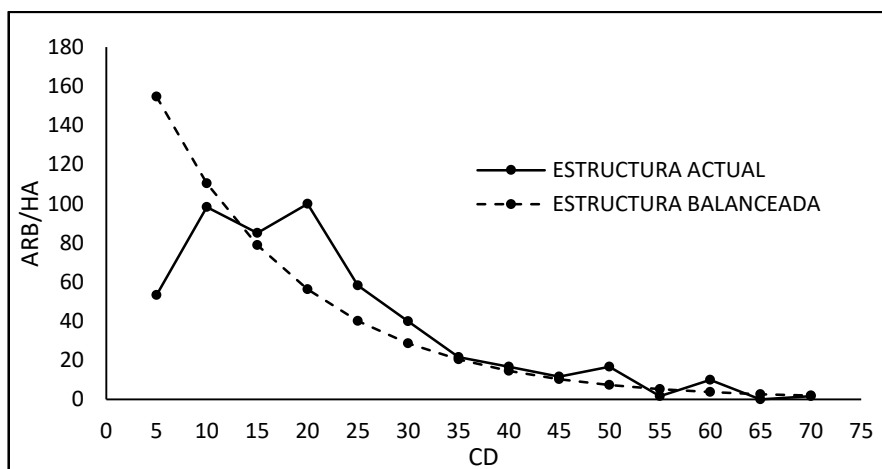


Figura 4. Estructura diamétrica actual en número de árboles por hectárea del rodal 3.

4.2 Niveles de densidad

Determinación de los niveles de densidad con base a la cobertura de copa arbórea del predio (Cuadro 9).

Cuadro 9. Niveles de densidad del predio con base a la cobertura de copa.

Categoría cm	Número de árboles por hectárea por grado de densidad diamétrica					
	100%	90%	80%	70%	60%	50%
5	331	298	265	232	199	166
10	255	230	204	179	153	128
15	181	163	145	127	109	91
20	129	116	103	90	77	64
25	92	82	73	64	55	46
30	65	59	52	46	39	33
35	46	42	37	32	28	23
40	33	30	26	23	20	16
45	23	21	19	16	14	12
50	17	15	13	12	10	8
55	12	11	9	8	7	6
60	8	8	7	6	5	4
65	6	5	5	4	4	3
70	4	4	3	3	3	2
TOTAL	1203	1083	963	842	722	602

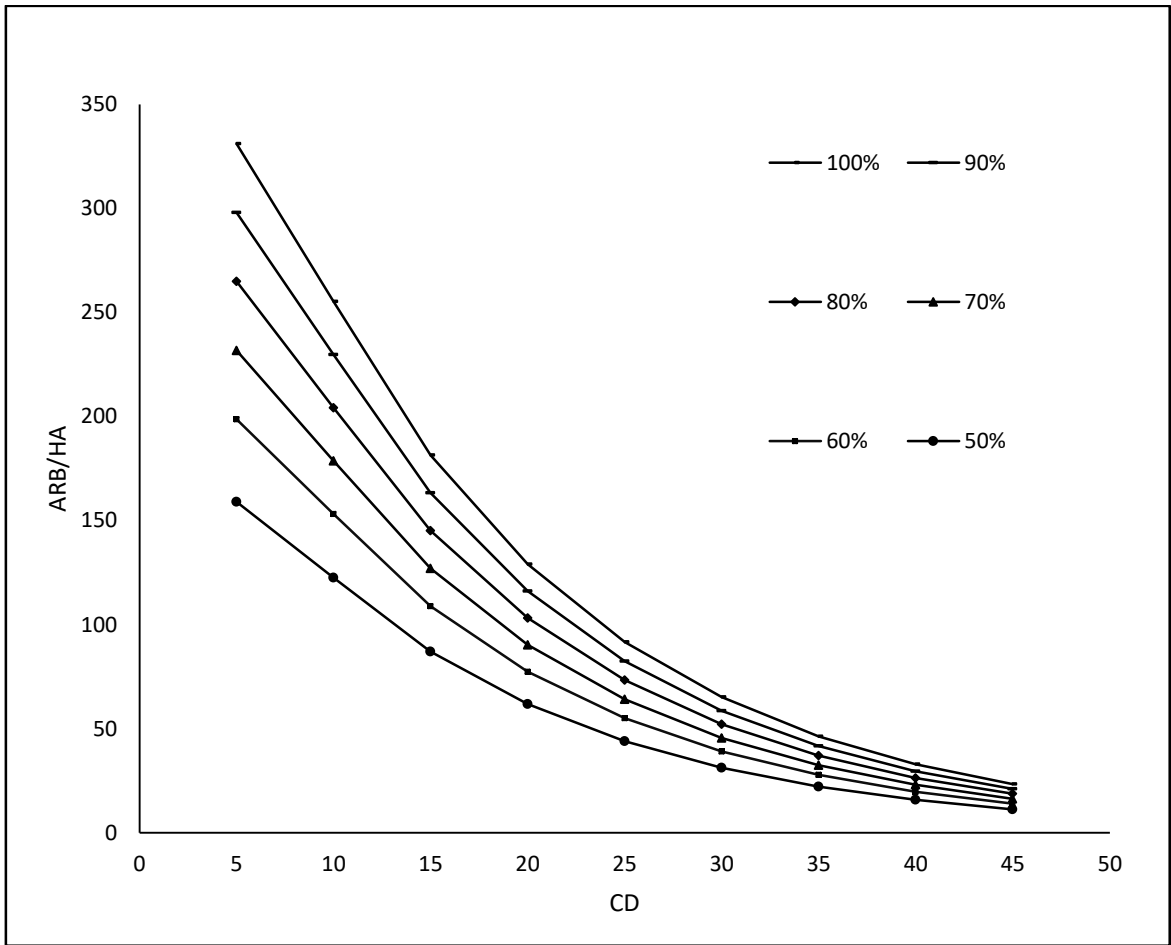


Figura 5. Diagrama que corresponde a los niveles de densidad del predio.

4.3 Evolución de las existencias reales del rodal 1, a tres ciclos de corta, en tres niveles de densidad, aplicando los principios técnicos del MMOBI

4.3.1 Remoción para el año 2017 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 173.55 m³/ha e I.C.A. de 2.7006 m³/ha/año del rodal 1 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 14%, obteniendo un volumen de corta de 24.832 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 65 y 70 cm con 5 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 10).

Cuadro 10. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

Estructura balanceada Densidad 50% Arb/ha	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta 2017 Arb/ha	Volumen de corta m ³ /ha	Estructura residual 2017 Arb/ha
166	5	98	-68	0	98
128	10	94	-34	0	94
91	15	58	-33	0	58
64	20	28	-36	0	28
46	25	32	-14	0	32
33	30	24	-9	0	24
23	35	18	-5	0	18
16	40	12	-4	0	12
12	45	12	0	0	12
0	50	4	4	0	4
0	55	2	2	0	2
0	60	8	8	0	8
0	65	14	5	16.555	9
0	70	2	2	8.277	0
578		406		24.832	399

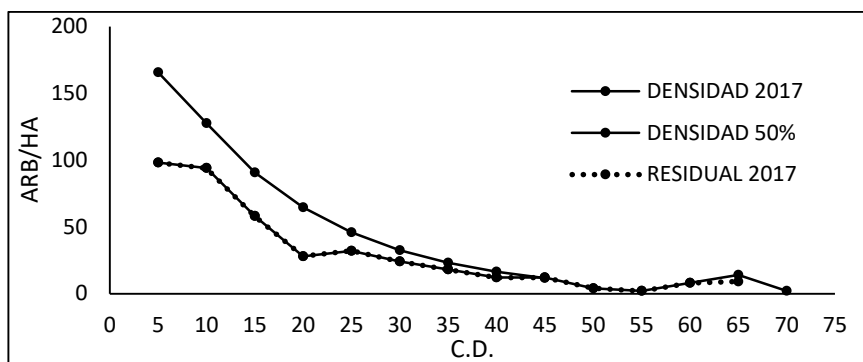


Figura 6. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

4.3.2 Remoción para el año 2027 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 179.398 m³ e I.C.A. de 3.0226 m³/ha/año del rodal 1 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 15%, obteniendo un volumen de corta de 27.633 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 67.5 cm con 8 árboles, respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
104	12.7	98	-6	0	98
90	14.9	94	4	0	94
70	18.7	58	-12	0	58
52	23.1	28	-24	0	28
38	27.8	32	-6	0	32
27	32.7	24	-3	0	24
20	37.6	18	-2	0	18
14	42.5	12	-2	0	12
10	47.5	12	2	0	12
7	52.5	4	-3	0	4
5	57.5	2	-3	0	2
4	62.5	8	4	0	8
3	67.5	9	8	27.660	1
		399	8	27.660	391

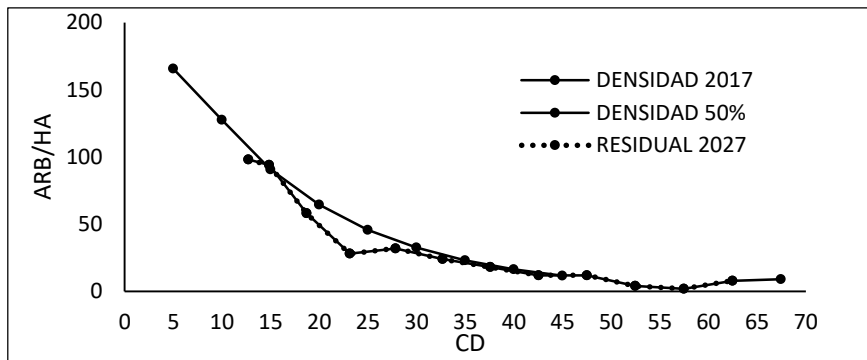


Figura 7. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

4.3.3 Remoción para el año 2037 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 190.257 m³/ha e I.C.A. de 3.579 m³/ha/año del rodal 1 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 32.3509 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 59.9, 64.9 cm y 69.9 con 1, 8 y 1 árboles, respectivamente (Cuadro 12).

Cuadro 12. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad Arb/ha 2027	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
75	17.6	98	23	0	98
70	18.5	94	24	0	94
56	21.8	58	2	0	58
43	26.0	28	-15	0	28
32	30.5	32	0	0	32
23	35.3	24	1	0	24
17	40.1	18	1	0	18
12	45.0	12	0	0	12
9	50.0	12	3	0	12
6	55.0	4	4	0	4
4	59.9	2	1	2.723	1
3	64.9	8	8	25.846	0
2	69.9	1	1	3.773	0
		391	10	32.342	381

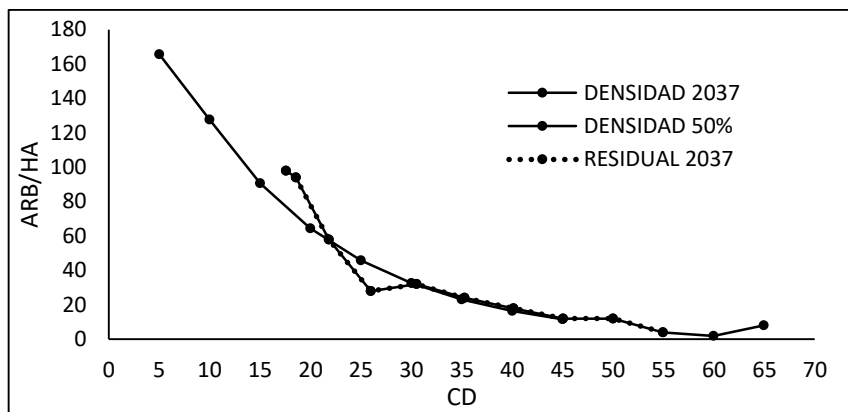


Figura 8. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

4.3.4 Remoción para el año 2047 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 197.136 m³/ha e I.C.A. de 3.433 m³/ha/año del rodal 1 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 31.2643 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 52.5, 57.4 y 62.4 cm con 9, 4 y 1 árboles, respectivamente (Cuadro 13).

Cuadro 13. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2047 Arb/ha
61	20.7	98	37	0	98
57	21.7	94	37	0	94
47	24.7	58	11	0	58
35	28.8	28	-7	0	28
26	33.2	32	6	0	32
19	37.9	24	5	0	24
14	42.7	18	4	0	18
10	47.5	12	2	0	12
7	52.5	12	9	18.287	3
5	57.4	4	4	9.927	0
4	62.4	1	1	2.970	0
		381	14	31.184	367

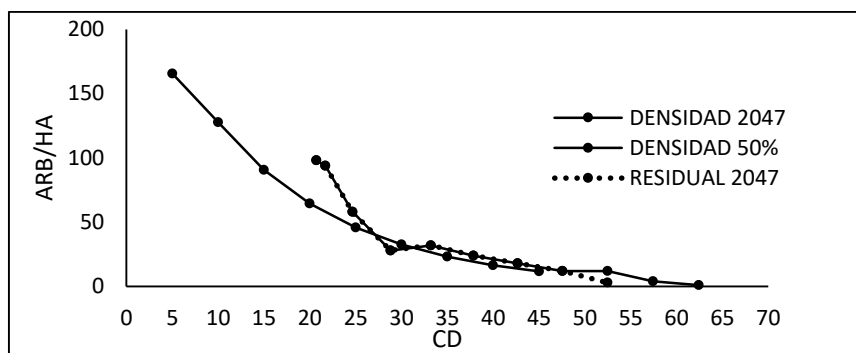


Figura 9. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

4.3.5 Remoción para el año 2017 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 173.55 m³/ha e I.C.A. de 2.700 m³/ha/año del rodal 1 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 14%, obteniendo un volumen de corta de 24.832 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 65 y 70 cm con 5 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 14).

Cuadro 14. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad Arb/ha 2017	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
199	5	98	-101	0	98
153	10	94	-59	0	94
109	15	58	-51	0	58
77	20	28	-49	0	28
55	25	32	-23	0	32
39	30	24	-15	0	24
28	35	18	-10	0	18
20	40	12	-8	0	12
14	45	12	-2	0	12
0	50	4	4	0	4
0	55	2	2	0	2
0	60	8	8	0	8
0	65	14	5	16.512	9
0	70	2	2	8.277	0
		406	7	24.788	399

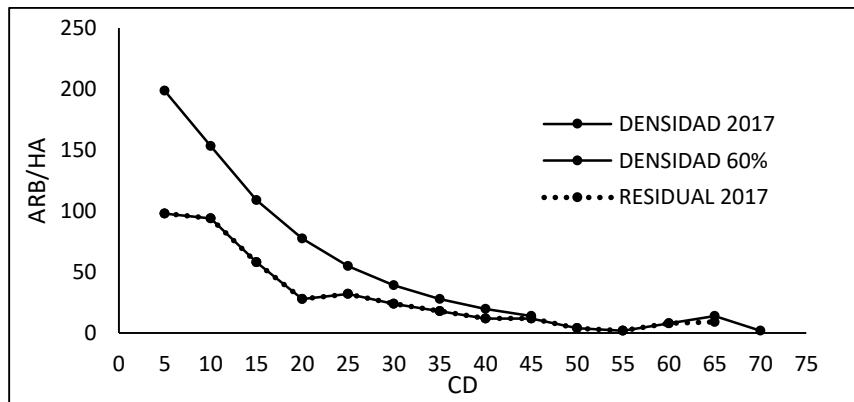


Figura 10. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.

4.3.6 Remoción para el año 2027 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 179.398 m³ e I.C.A. de 2.893 m³/ha/año del rodal 1 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 30.925 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 67.5 cm con 9 árboles, respectivamente (Cuadro 15).

Cuadro 15. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
125	12.7	98	-27	0	98
108	14.9	94	-14	0	94
84	18.7	58	-26	0	58
62	23.1	28	-34	0	28
45	27.8	32	-13	0	32
33	32.7	24	-9	0	24
24	37.6	18	-6	0	18
17	42.5	12	-5	0	12
12	47.5	12	0	0	12
9	52.5	4	-5	0	4
6	57.5	2	-4	0	2
4	62.5	8	4	0	8
3	67.5	9	9	30.811	0
		399	9	30.811	390

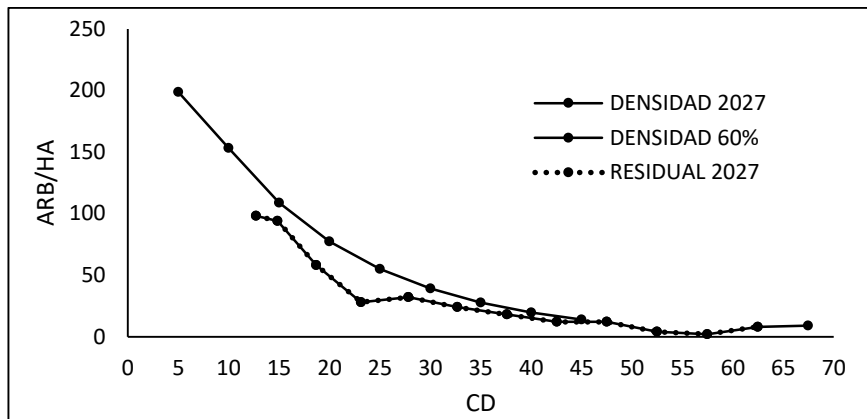


Figura 11. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.

4.3.7 Remoción para el año 2037 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 186.484 m³/ha e I.C.A. de 3.135 m³/ha/año del rodal 1 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 15%, obteniendo un volumen de corta de 28.640 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 59.9, 64.9 cm con 1 y 8 árboles, respectivamente (Cuadro 16).

Cuadro 16. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2037 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2037 Arb/ha
90	17.6	98	8	0	98
84	18.5	94	10	0	94
68	21.8	58	-10	0	58
51	26.0	28	-23	0	28
38	30.5	32	-6	0	32
28	35.3	24	-4	0	24
20	40.1	18	-2	0	18
14	45.0	12	-2	0	12
10	50.0	12	2	0	12
7	55.0	4	-3	0	4
5	59.9	2	1	2.723	1
4	64.9	8	8	25.845	0
		390	9	28.568	381

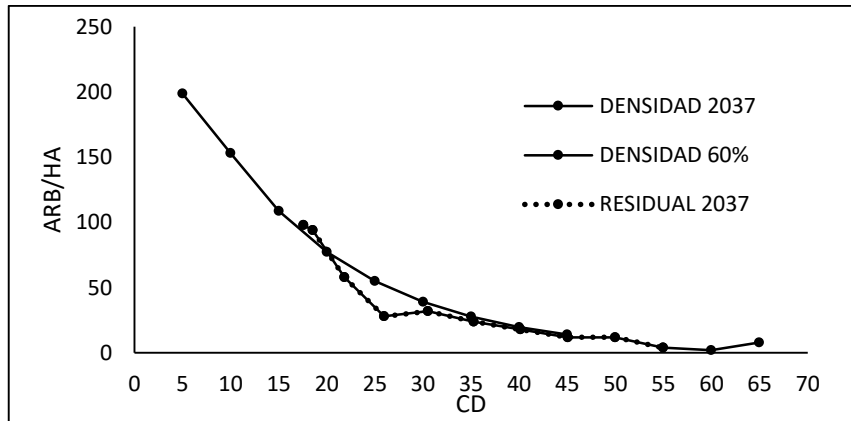


Figura 12. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.

4.3.8 Remoción para el año 2047 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 194.166 m³/ha e I.C.A. de 3.409 m³/ha/año del rodal 1 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 31.0217 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 52.5, 57.4 y 62.4 cm con 9, 4 y 1 árboles, respectivamente (Cuadro 17).

Cuadro 17. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2047 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2047 Arb/ha
73	20.7	98	25	0	98
68	21.7	94	26	0	94
56	24.7	58	2	0	58
42	28.8	28	-14	0	28
32	33.2	32	0	0	32
23	37.9	24	1	0	24
17	42.7	18	1	0	18
12	47.5	12	0	0	12
9	52.5	12	9	18.287	3
6	57.4	4	4	9.927	0
4	62.4	1	1	2.970	0
		381	14	31.184	367

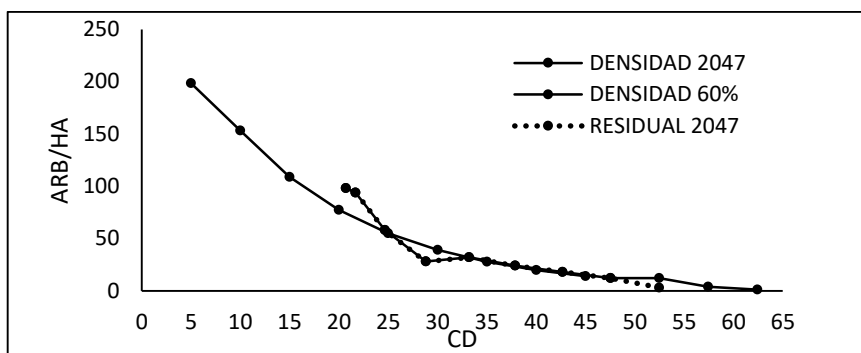


Figura 13. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 1.

4.3.9 Remoción para el año 2017 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 173.55 m³/ha e I.C.A. de 2.7006 m³/ha/año del rodal 1 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 14%, obteniendo un volumen de corta de 24.832 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 65 y 70 cm con 5 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 18).

Cuadro 18. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

Estructura balanceada al 70%/ CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
232	5	98	-134	0	98
179	10	94	-85	0	94
127	15	58	-69	0	58
90	20	28	-62	0	28
64	25	32	-32	0	32
46	30	24	-22	0	24
32	35	18	-14	0	18
23	40	12	-11	0	12
16	45	12	-4	0	12
0	50	4	4	0	4
0	55	2	2	0	2
0	60	8	8	0	8
0	65	14	5	16.512	9
0	70	2	2	8.277	0
809		406	7	24.788	399

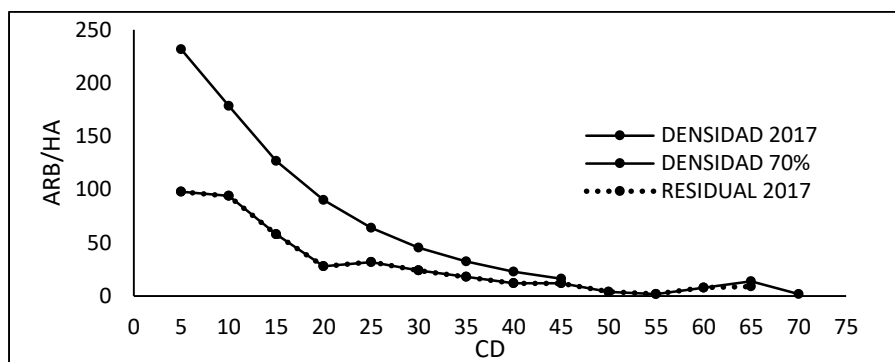


Figura 14. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

4.3.10 Remoción para el año 2027 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 179.398 m³ e I.C.A. de 2.893 m³/ha/año del rodal 1 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 15%, obteniendo un volumen de corta de 26.527 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 67.5 cm con 8 árboles, respectivamente (Cuadro 19).

Cuadro 19. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
146	12.7	98	-48	0	98
126	14.9	94	-32	0	94
98	18.7	58	-40	0	58
72	23.1	28	-44	0	28
53	27.8	32	-21	0	32
38	32.7	24	-14	0	24
27	37.6	18	-9	0	18
20	42.5	12	-8	0	12
14	47.5	12	-2	0	12
10	52.5	4	-6	0	4
7	57.5	2	-5	0	2
5	62.5	8	3	0	8
4	67.5	9	8	26.260	1
		399	8	26.260	391

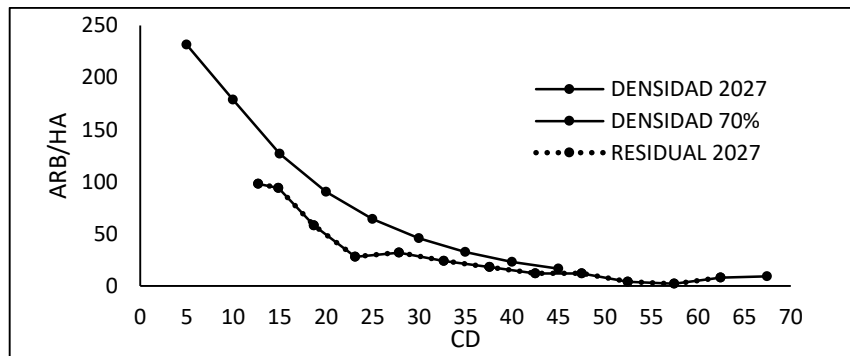


Figura 15. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

4.3.11 Remoción para el año 2037 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 190.57 m³/ha e I.C.A. de 3.135 m³/ha/año del rodal 1 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 29.220 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 64.9 y 69.9 cm con 8 y 1 árboles, respectivamente (Cuadro 20).

Cuadro 20. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
105	17.6	98	-7	0	98
98	18.5	94	-4	0	94
79	21.8	58	-21	0	58
60	26.0	28	-32	0	28
44	30.5	32	-12	0	32
32	35.3	24	-8	0	24
23	40.1	18	-5	0	18
17	45.0	12	-5	0	12
12	50.0	12	0	0	12
9	55.0	4	-5	0	4
6	59.9	2	2	0	2
4	64.9	8	8	25.846	0
3	69.9	1	1	3.773	0
		391	9	29.619	382

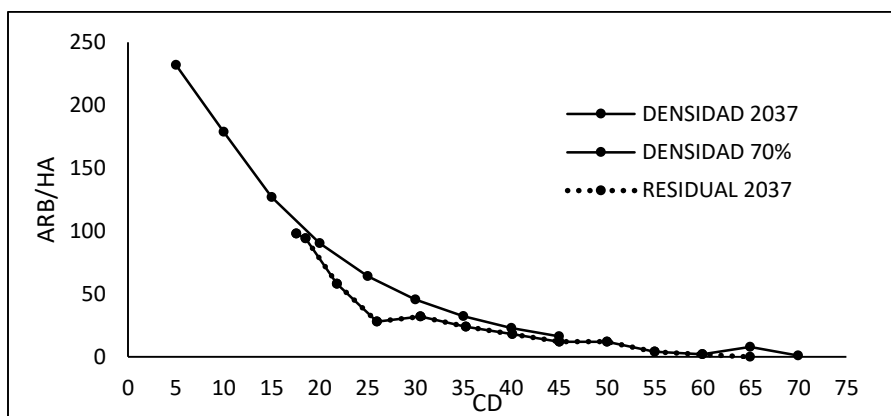


Figura 16. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

4.3.12 Remoción para el año 2047 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 200.106 m³/ha e I.C.A. de 3.456 m³/ha/año del rodal 1 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 31.506 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 52.5, 57.4 y 62.4 cm con 8,4 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 21).

Cuadro 21. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

Estructura balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2047 Arb/ha
85	20.7	98	13	0	98
80	21.7	94	14	0	94
65	24.7	58	-7	0	58
50	28.8	28	-22	0	28
37	33.2	32	-5	0	32
27	37.9	24	-3	0	24
20	42.7	18	-2	0	18
14	47.5	12	-2	0	12
10	52.5	12	8	15.443	4
7	57.4	4	4	9.927	0
5	62.4	2	2	5.940	0
		382	14	31.310	368

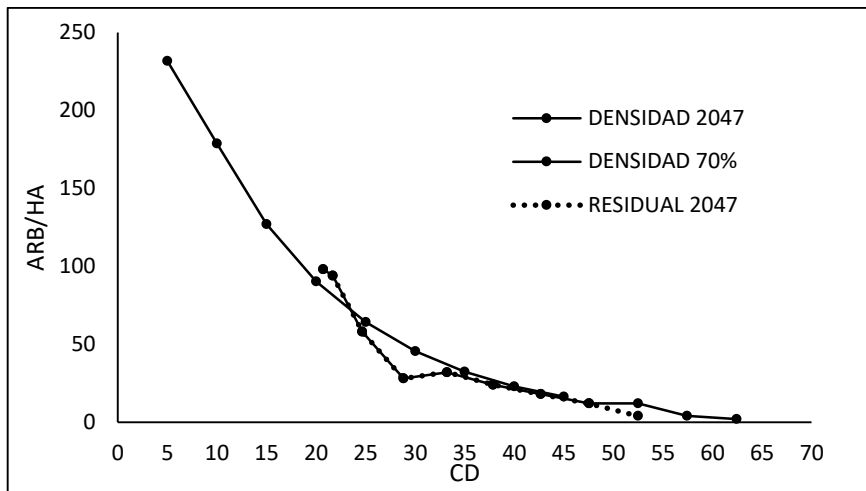


Figura 17. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 1.

4.4 Evolución de las existencias reales del rodal 2, a tres ciclos de corta, en tres niveles de densidad, aplicando los principios técnicos del MMOBI

4.4.1 Remoción para el año 2017 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 126.996 m³/ha e I.C.A. de 2.633 m³/ha/año del rodal 2 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 19%, obteniendo un volumen de corta de 23.5601 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 55, 60 y 65 cm con 1, 3 y 5 árboles, respectivamente (Cuadro 22).

Cuadro 22. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
166	5	181	15	0	181
128	10	125	-3	0	125
91	15	70	-20	0	70
64	20	36	-28	0	36
46	25	33	-13	0	33
33	30	40	7	0	40
23	35	27	4	0.735	26
16	40	17	0	0	17
12	45	12	0	0	12
0	50	0	0	0	0
0	55	1	1	2.535	0
0	60	5	5	13.092	0
0	65	3	3	7.204	0
		551	9	23.566	542

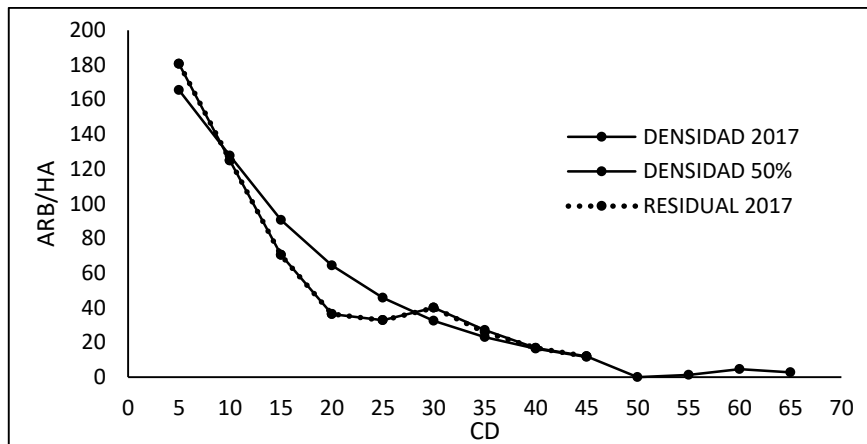


Figura 18. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

4.4.2 Remoción para el año 2027 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 146.956 m³/ha e I.C.A. de 3.163 m³/ha/año del rodal 2 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 19%, obteniendo un volumen de corta de 28.1878 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 37.6, 42.5 y 47.5 cm con 6, 3 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 23).

Cuadro 23. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
104	12.7	181	77	0	181
90	14.9	125	35	0	125
70	18.7	70	1	0	70
52	23.1	36	-15	0	36
38	27.8	33	-5	0	33
27	32.7	40	13	0	40
20	37.6	26	6	5.575	20
14	42.5	17	3	3.510	14
10	47.5	12	2	19.444	0
		542	11	28.528	531

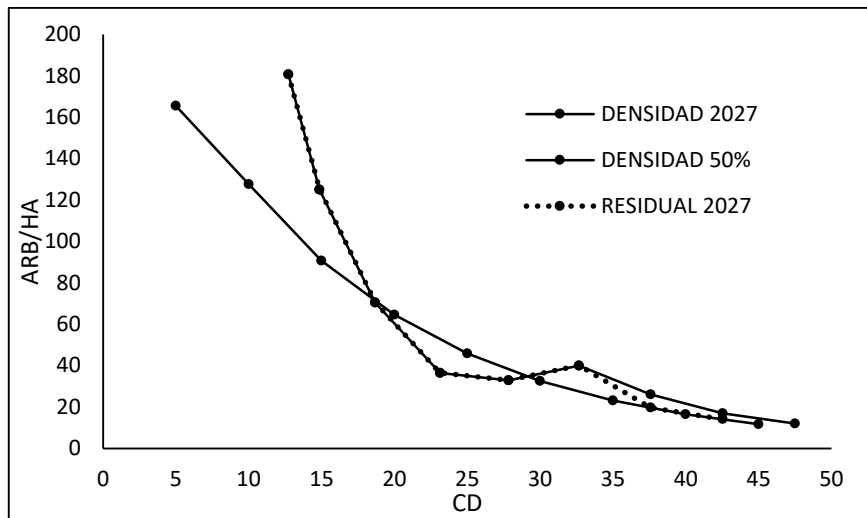


Figura 19. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

4.4.3 Remoción para el año 2037 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 159.928 m³/ha e I.C.A. de 3.787 m³/ha/año del rodal 2 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 21 %, obteniendo un volumen de corta de 33.3742 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a todas las categorías diamétricas (Cuadro 24).

Cuadro 24. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2037 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2037 Arb/ha
81	16.4	181	15	1.647	166
70	18.5	125	55	8.330	70
56	21.8	70	14	3.248	56
43	26.0	36	-6	0.000	36
32	30.5	33	1	0.553	32
23	35.3	40	17	13.504	23
17	40.1	20	3	3.265	17
12	45.0	14	2	2.864	12
		531	107	33.410	424

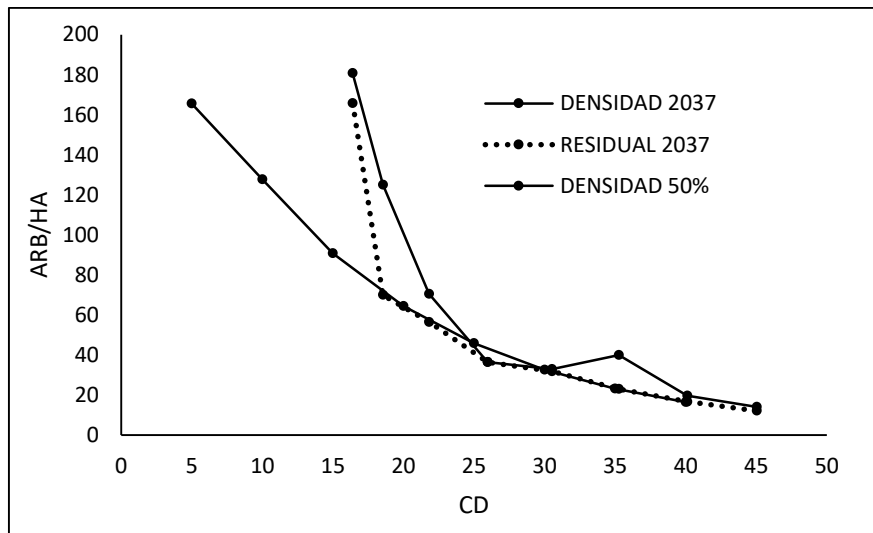


Figura 20. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

4.4.4 Remoción para el año 2047 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 167.047 m³/ha e I.C.A. de 3.861 m³/ha/año del rodal 2 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 20%, obteniendo un volumen de corta de 33.8524 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a todas las categorías diamétricas (Cuadro 25).

Cuadro 25. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2047 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de corta m ³ /ha	Residual 2047 arb/ha
63	20.1	166	82	15.401	83
57	21.7	70	13	2.959	57
46	25.0	56	11	1.080	46
35	28.8	36	1	0.508	35
26	33.2	32	6	3.759	26
19	37.9	23	4	3.506	19
14	42.7	17	3	3.349	14
10	47.5	12	2	3.280	10
		424	122	33.843	302

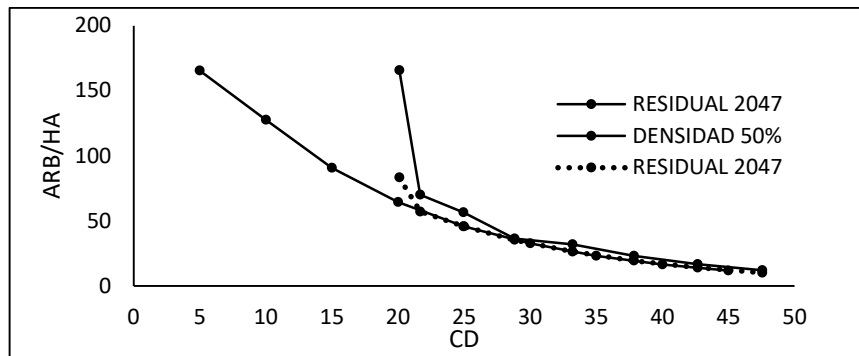


Figura 21. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 2.

4.4.5 Remoción para el año 2017 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 126.996 m³/ha e I.C.A. de 2.632 m³/ha/año del rodal 2 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 19%, obteniendo un volumen de corta de 23.561 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 30, 55, 60 y 65 cm; con 1, 1, 5 y 3 árboles respectivamente (Cuadro 26).

Cuadro 26. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
199	5	181	-18	0	181
153	10	125	-28	0	125
109	15	70	-38	0	70
77	20	36	-41	0	36
55	25	33	-22	0	33
39	30	40	1	0.488	39
28	35	27	-1	0	26
20	40	17	-3	0	17
14	45	12	-2	0	12
0	50	0	0	0	0
0	55	1	1	2.535	0
0	60	5	5	13.092	0
0	65	3	3	7.204	0
		551	10	23.319	541

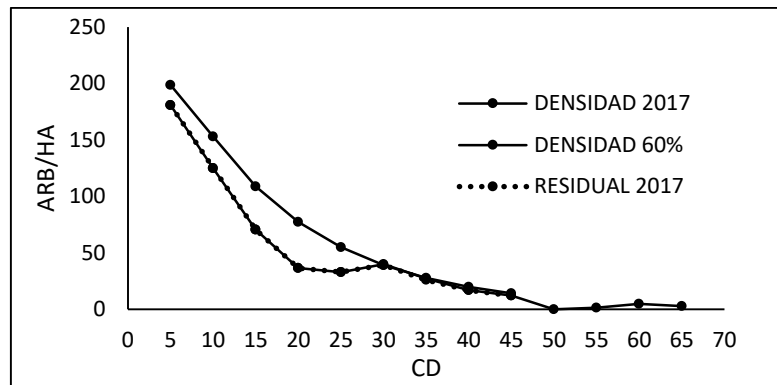


Figura 22. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

4.4.6 Remoción para el año 2027 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 146.391 m³/ha e I.C.A. de 3.154 m³/ha/año del rodal 2 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 19%, obteniendo un volumen de corta de 28.104 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 65 y 70 cm con 5 y 2 árboles, respectivamente Para esta etapa la proyección de la estructura dasométrica para el año 2027 no alcanza el nivel de la estructura balanceada aprovechando del volumen de corta solo 11.024 m³/ha (Cuadro 27).

Cuadro 27. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
125	12.7	181	56	3.171	125
108	14.9	125	17	1.435	108
84	18.7	70	-13	0.000	70
62	23.1	36	-26	0.000	36
45	27.8	33	-12	0.000	33
33	32.7	39	6	4.159	33
24	37.6	26	2	2.259	24
17	42.5	17	0	0.000	17
12	47.5	12	0	0.000	12
		541	81	11.024	460

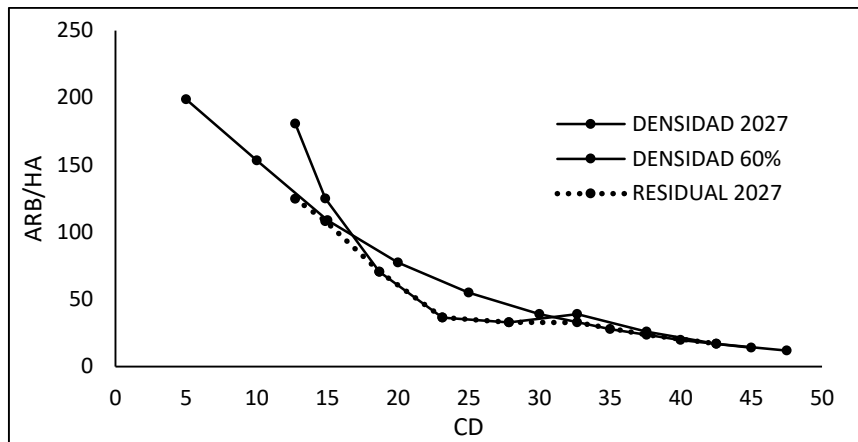


Figura 23. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

4.4.7 Remoción para el año 2037 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 175.857 m³/ha e I.C.A. de 3.306 m³/ha/año del rodal 2 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 29.8853 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 65 y 70 cm con 5 y 2 árboles, respectivamente 35.3, 40.1, 45.0 y 50.0 cm con 5, 4, 3 y 10 árboles respectivamente (Cuadro 28).

Cuadro 28. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2037 Arb/ha	
	97	16.4	125	27	0	125
	84	18.5	108	24	0	108
	67	21.8	70	3	0	70
	51	26.0	36	-15	0	36
	38	30.5	33	-5	0	33
	28	35.3	33	5	3.972	28
	20	40.1	24	4	4.008	20
	14	45.0	17	3	3.743	14
	10	50.0	10	10	18.210	0
		460	22	29.933	438	

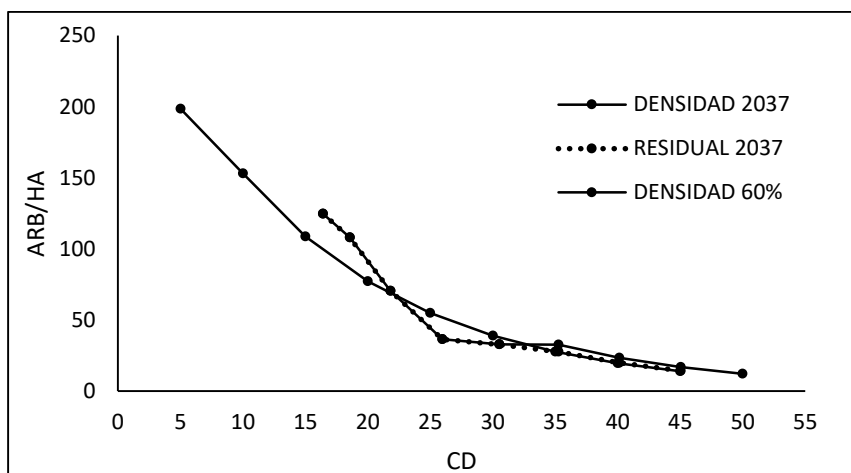


Figura 24. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

4.4.8 Remoción para el año 2047 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 185.118 m³/ha e I.C.A. de 3.726 m³/ha/año del rodal 2 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 14%, obteniendo un volumen de corta de 33.354 m³/ha, para la cosecha solo no se removieron los árboles que correspondieron a la categoría de 28.8 cm (Cuadro 29).

Cuadro 29. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2047 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2047 Arb/ha
76	20.1	125	49	9.159	76
68	21.7	108	40	9.123	68
55	25.0	70	16	1.618	54
42	28.8	36	-6	0.000	36
32	33.2	33	1	0.683	32
23	37.9	28	5	4.727	23
17	42.7	20	3	3.780	17
12	47.5	14	2	3.247	12
		438	116	32.337	322

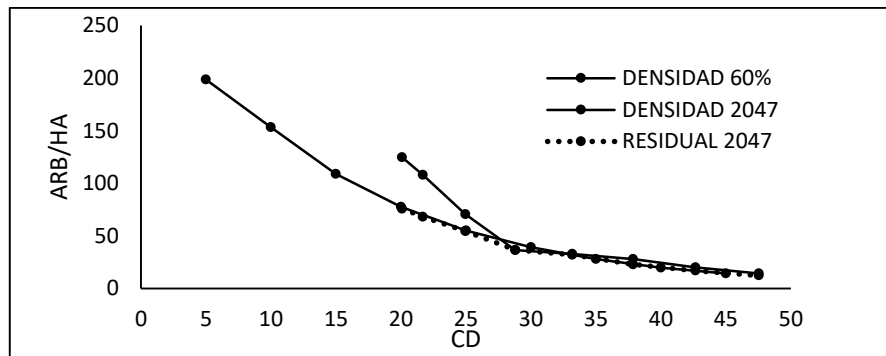


Figura 25. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 2.

4.4.9 Remoción para el año 2017 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 126.996 m³/ha e I.C.A. de 2.633 m³/ha/año del rodal 2 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 18%, obteniendo un volumen de corta de 23.560 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 55, 60 y 65 cm con 1, 5 y 3 árboles, respectivamente (Cuadro 30).

Cuadro 30. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
232	5	181	-51	0	181
179	10	125	-54	0	125
127	15	70	-57	0	70
90	20	36	-54	0	36
64	25	33	-31	0	33
46	30	40	-6	0	40
32	35	27	-5	0	27
23	40	17	-6	0	17
16	45	12	-4	0	12
0	50	0	0	0	0
0	55	1	1	2.535	0
0	60	5	5	13.092	0
0	65	3	3	7.204	0
		551	9	22.831	541

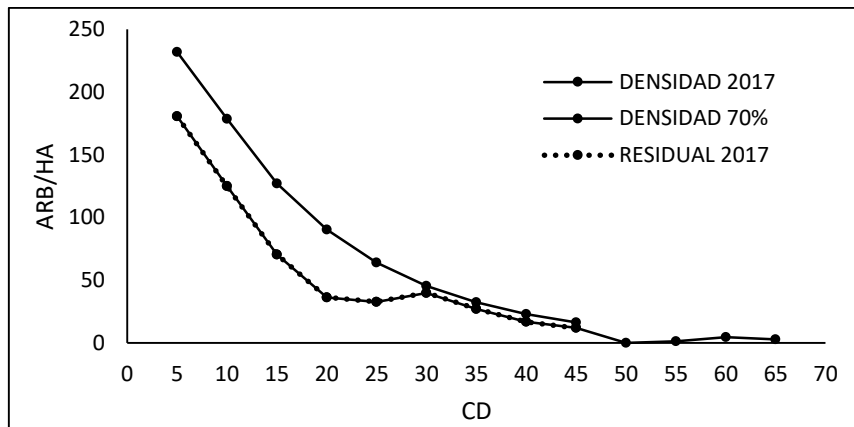


Figura 26. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

4.4.10 Remoción para el año 2027 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 147.411 m³/ha e I.C.A. de 3.239 m³/ha/año del rodal 2 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 19%, obteniendo un volumen de corta de 28.3081 m³/ha, y en lo que correspondió a la cosecha, solamente se pueden aprovechar 2.56 m³/ha (Cuadro 31).

Cuadro 31. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
146	12.7	181	35	1.993	146
126	14.9	125	-1	0	125
98	18.7	70	-27	0	70
72	23.1	36	-36	0	36
53	27.8	33	-20	0	33
38	32.7	39	1	0.573	38
27	37.6	26	-1	0	27
20	42.5	17	-3	0	20
14	47.5	12	-2	0	14
		541	36	2.566	505

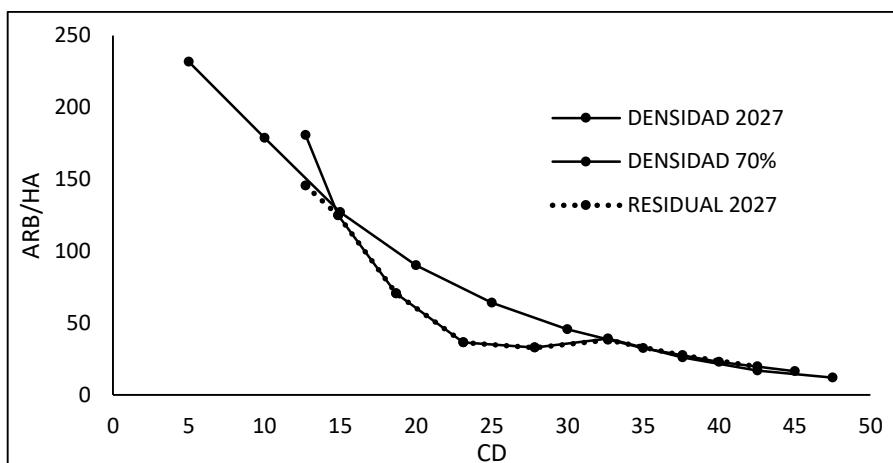


Figura 27. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

4.4.11 Remoción para el año 2037 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 175.857 m³/ha e I.C.A. de 3.236 m³/ha/año del rodal 2 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 19%, obteniendo un volumen de corta de 32.7685 m³/ha, y en lo que correspondió a la cosecha, solo se permitió aprovechar 24.412 m³/ha (Cuadro 32).

Cuadro 32. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2037 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2037 Arb/ha
114	16.4	125	11	1.217	114
98	18.5	108	13	1.969	95
79	21.8	70	-9	0.000	70
60	26.0	36	-23	0.000	36
44	30.5	33	-11	0.000	33
32	35.3	33	1	0.496	32
23	40.1	24	1	1.088	23
17	45.0	17	1	1.432	16
12	50.0	10	10	18.210	0
		505	37	24.412	468

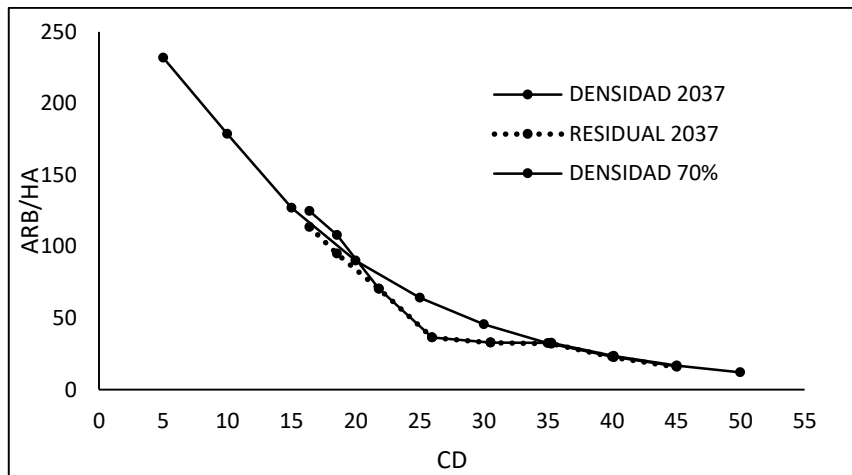


Figura 28. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

4.4.12 Remoción para el año 2047 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 190.618 m³/ha e I.C.A. de 3.692 m³/ha/año del rodal 2 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 20%, obteniendo un volumen de corta de 38.6306 m³/ha, y de éste, solo se puede aprovechar 20.435 m³/ha (Cuadro 33).

Cuadro 33. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2047 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2047 Arb/ha
89	20.1	114	49	4.653	89
80	21.7	95	15	3.421	80
64	25.0	70	6	0.607	64
50	28.8	36	-13	0.000	36
37	33.2	33	-4	0.000	37
27	37.9	32	5	4.727	27
20	42.7	23	3	3.780	20
14	47.5	16	2	3.247	14
		468	80	20.435	388

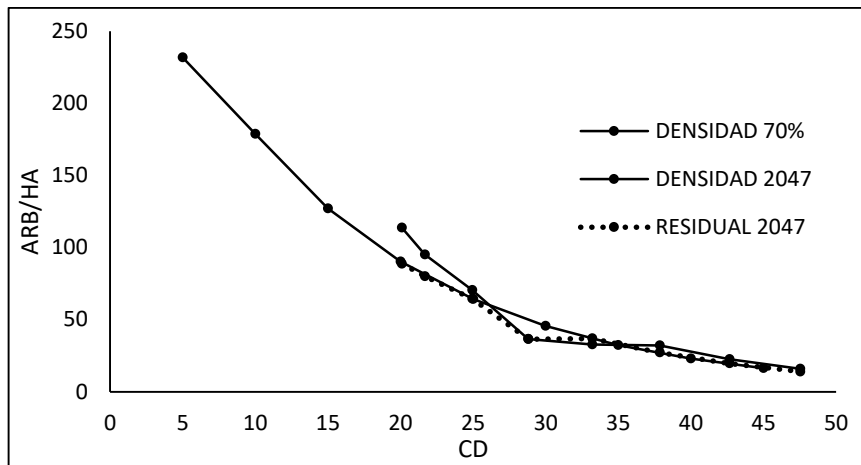


Figura 29. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 2.

4.5 Evolución de las existencias reales del rodal 3, a tres ciclos de corta, en tres niveles de densidad, aplicando los principios técnicos del MMOBI

4.5.1 Remoción para el año 2017 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 191.857 m³/ha e I.C.A. de 3.597 m³/ha/año del rodal 3 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 32.3590 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 60 y 70 cm con 9 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 34).

Cuadro 34. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
166	5	53	-112	0	53
128	10	98	-29	0	98
91	15	85	-6	0	85
64	20	100	36	0	100
46	25	58	13	0	58
33	30	40	7	0	40
23	35	22	-1	0	22
16	40	17	0	0	17
12	45	12	0	0	12
0	50	17	17	0.	17
0	55	2	2	0	2
0	60	10	9	25.607	1
0	65	0	0	0	0
0	70	2	2	6.897	0
		515	11	32.504	504

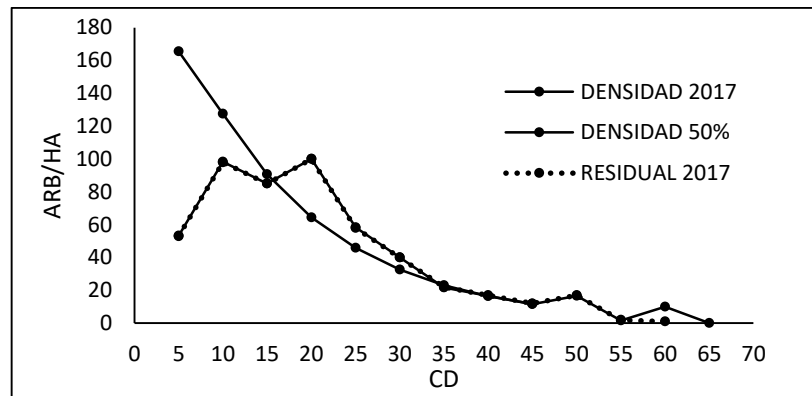


Figura 30. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

4.5.2 Remoción para el año 2027 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 206.752 m³/ha e I.C.A. de 3.645 m³/ha/año del rodal 3 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 33.1952 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 52.5, 57.5 y 62.6 cm con 13, 2 y 1 árboles, respectivamente (Cuadro 35).

Cuadro 35. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
104	12.7	53	-51	0	53
90	14.9	98	8	0	98
70	18.7	85	15	0	85
52	23.1	100	48	0	100
38	27.8	58	20	0	58
27	32.7	40	13	0	40
20	37.6	22	2	0	22
14	42.5	17	3	0	17
10	47.5	12	2	0	12
7	52.5	17	13	25.408	4
5	57.5	2	2	4.971	0
4	62.6	1	1	2.984	0
		504	16	33.363	488

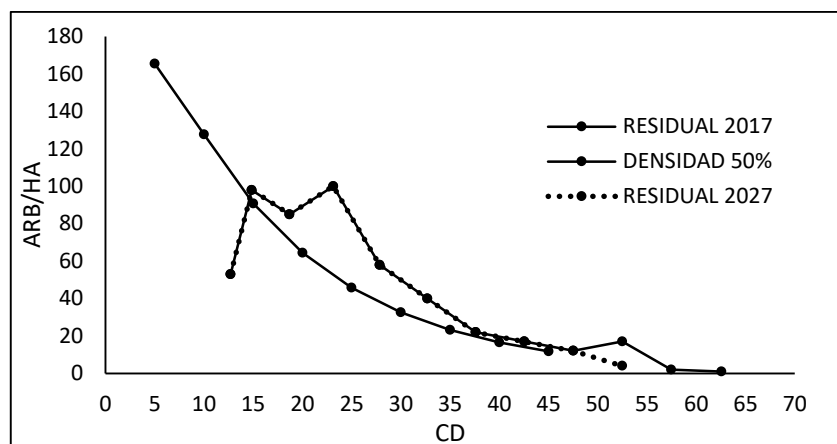


Figura 31. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

4.5.3 Remoción para el año 2037 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 219.888 m³/ha e I.C.A. de 3.892 m³/ha/año del rodal 3 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 35.387 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 45, 50 y 55 cm con 3, 12 y 4 árboles, respectivamente (Cuadro 36).

Cuadro 36. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2037 Arb/ha
81	16.4	53	-28	0	53
70	18.5	98	28	0	98
56	21.8	85	29	0	85
43	26.0	100	57	0	100
32	30.5	58	26	0	58
23	35.3	40	17	0	40
17	40.1	22	5	0	22
12	45.0	17	3	4.439	14
9	50.0	12	12	21.852	0
6	55.0	4	4	9.014	0
		488	19	35.305	469

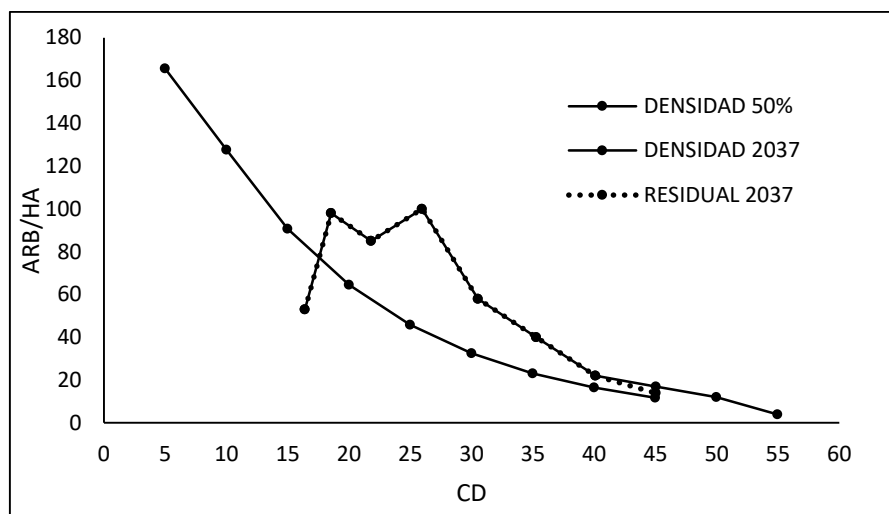


Figura 32. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

4.5.4 Remoción para el año 2047 con 50% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 235.859 m³/ha e I.C.A. de 3.906 m³/ha/año del rodal 3 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 15%, obteniendo un volumen de corta de 35.7318 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 37.9, 42.7 y 47.5 cm con 21, 8 y 3 árboles, respectivamente (Cuadro 37).

Cuadro 37. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2047 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2047 Arb/ha
63	20.1	53	-10	0	53
57	21.7	98	41	0	98
46	25.0	85	39	0	85
35	28.8	100	65	0	100
26	33.2	58	32	0	58
19	37.9	40	21	18.907	19
14	42.7	22	8	10.080	14
10	47.5	14	3	6.494	10
		469	32	35.482	437

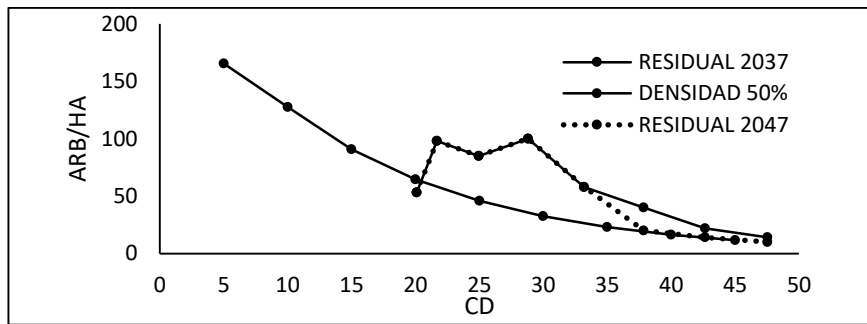


Figura 33. Condición actual y remoción en densidad, en una estructura balanceada del 50% de densidad en el rodal 3.

4.5.5 Remoción para el año 2017 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 191.857 m³/ha e I.C.A. de 3.577 m³/ha/año del rodal 3 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 32.3590 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 60 y 70 cm con 9 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 38).

Cuadro 38. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
199	5	53	-145	0	53
153	10	98	-55	0	98
109	15	85	-24	0	85
77	20	100	23	0	100
55	25	58	3	0	58
39	30	40	1	0	40
28	35	22	-6	0	22
20	40	17	-3	0	17
14	45	12	-2	0	12
0	50	17	17	0	17
0	55	2	2	0	2
0	60	10	9	25.607	1
0	65	0	0	0	0
0	70	2	2	6.897	0
		515	11	32.504	504

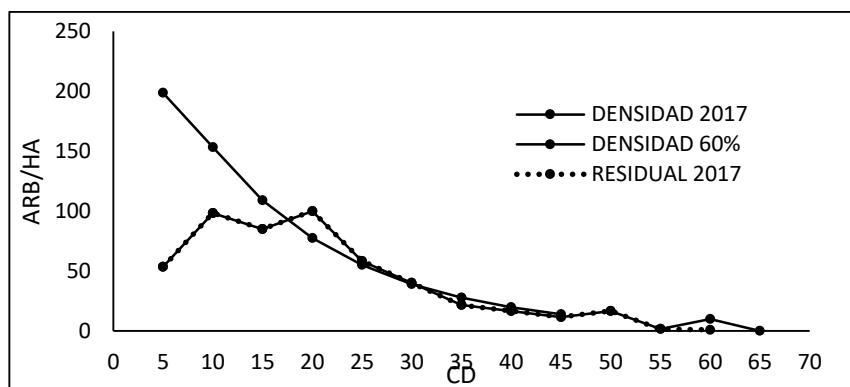


Figura 34. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

4.5.6 Remoción para el año 2027 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 206.752 m³/ha e I.C.A. de 3.645 m³/ha/año del rodal 3 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 33.1519 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 52.5, 57.5 y 62.6 cm con 13, 2 y 1 árboles, respectivamente (Cuadro 39).

Cuadro 39. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
104	12.7	53	-51	0	53
90	14.9	98	8	0	98
70	18.7	85	15	0	85
52	23.1	100	48	0	100
38	27.8	58	20	0	58
27	32.7	40	13	0	40
20	37.6	22	2	0	20
14	42.5	17	3	0	14
10	47.5	12	2	0	12
7	52.5	17	13	25.408	4
5	57.5	2	2	4.971	0
4	62.6	1	1	2.984	0
		504	16	33.363	488

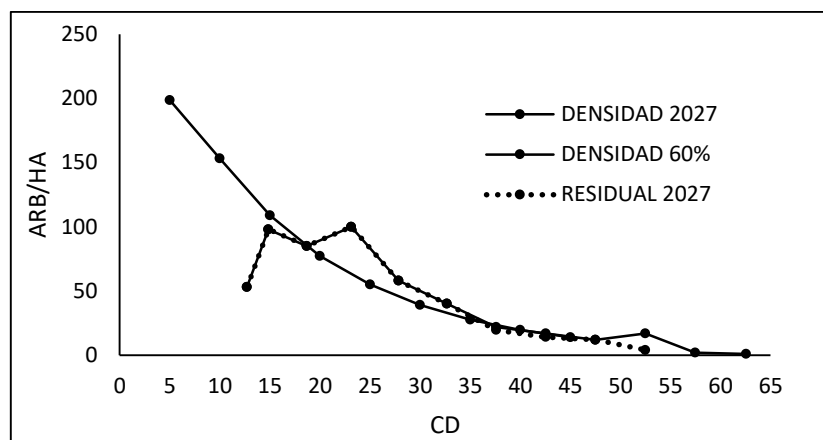


Figura 35. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

4.5.7 Remoción para el año 2037 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 213.168 m³/ha e I.C.A. de 3.807 m³/ha/año del rodal 3 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 35.7661 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 45, 50 y 55 cm con 2, 12 y 4 árboles, respectivamente (Cuadro 40).

Cuadro 40. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 60%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2037 Arb/ha	
	81	16.4	53	-28	0	53
	70	18.5	98	28	0	98
	56	21.8	85	29	0	85
	43	26.0	100	57	0	100
	32	30.5	58	26	0	58
	23	35.3	40	17	0	40
	17	40.1	20	2	2.177	18
	12	45.0	14	2	2.864	12
	9	50.0	12	12	21.852	0
	6	55.0	4	4	9.014	0
		488	20	35.907	468	

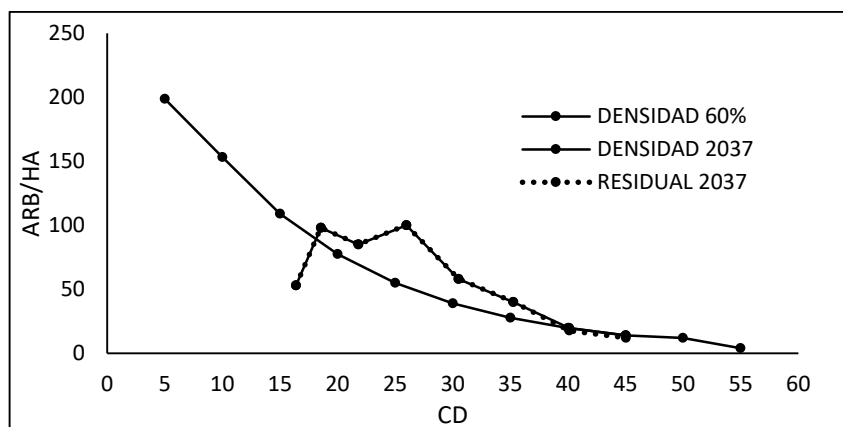


Figura 36. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

4.5.8 Remoción para el año 2047 con 60% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 227.282 m³/ha e I.C.A. de 3.803 m³/ha/año del rodal 3 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 34.7557 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 33.2, 37.9, 42.7 y 47.5 cm con 10, 21, 4 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 41).

Cuadro 41. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 50%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2047 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de corta m ³ /ha	Residual 2047 m ³ /ha
63	20.1	53	-10	0	53
57	21.7	98	41	0	98
46	25.0	85	39	0	85
35	28.8	100	65	0	100
26	33.2	58	10	6.834	48
19	37.9	40	21	19.577	19
14	42.7	18	4	5.040	14
10	47.5	12	2	3.247	10
		468	37	34.698	431

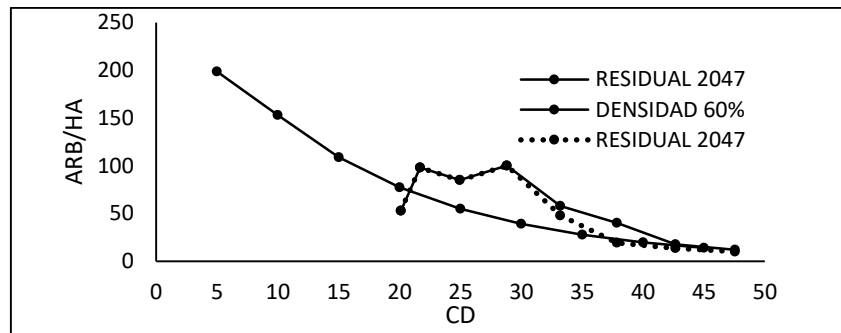


Figura 37. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 60% de densidad en el rodal 3.

4.5.9 Remoción para el año 2017 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 191.857 m³/ha e I.C.A. de 3.577 m³/ha/año del rodal 3 para el 2017, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 17%, obteniendo un volumen de corta de 32.3590 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 60 y 70 cm con 9 y 2 árboles, respectivamente (Cuadro 42).

Cuadro 42. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2017 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2017 Arb/ha
232	5	53	-178	0	53
179	10	98	-80	0	98
127	15	85	-42	0	85
90	20	100	10	0	100
64	25	58	-6	0	58
46	30	40	-6	0	40
32	35	22	-11	0	22
23	40	17	-6	0	17
16	45	12	-5	0	12
0	50	17	17	0	17
0	55	2	2	0	2
0	60	10	9	25.607	1
0	65	0	0	0	0
0	70	2	2	6.897	0
		515	11	32.504	504

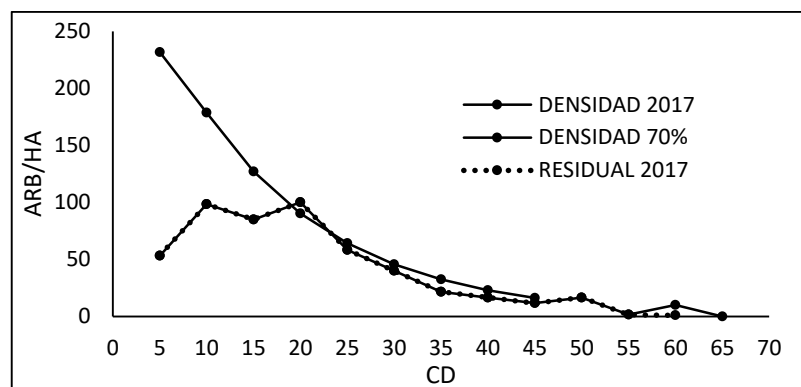


Figura 38. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

4.5.10 Remoción para el año 2027 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 206.752 m³/ha e I.C.A. de 3.645 m³/ha/año del rodal 3 para el 2027, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 33.1519 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 52.5, 57.5 y 62.6 cm con 12, 2 y 1 árboles, respectivamente (Cuadro 43).

Cuadro 43. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2027 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2027 Arb/ha
103	12.7	53	-50	0	53
89	14.9	98	9	0	98
69	18.7	85	16	0	85
51	23.1	100	49	0	100
37	27.8	58	21	0	58
27	32.7	40	13	0	40
19	37.6	22	3	0	22
14	42.5	17	3	0	17
10	47.5	12	2	0	12
7	52.5	17	12	25.205	5
5	57.5	2	2	4.971	0
4	62.6	1	1	2.984	0
		504	15	33.160	489

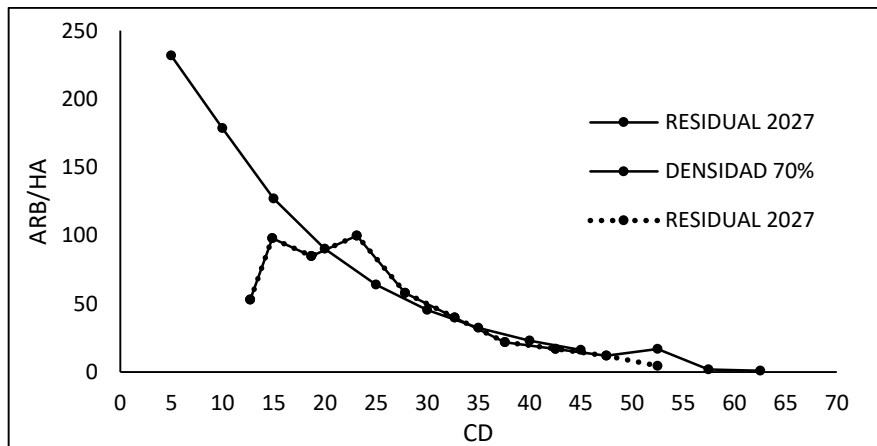


Figura 39. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

4.5.11 Remoción para el año 2037 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 221.2404 m³/ha e I.C.A. de 3.9052 m³/ha/año del rodal 3 para el 2037, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 16%, obteniendo un volumen de corta de 35.5137 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 35.3, 50 y 55 cm con 3, 12 y 5 árboles, respectivamente (Cuadro 44).

Cuadro 44. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2037 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2037 Arb/ha
114	16.4	53	-61	0	53
98	18.5	98	0	0	98
79	21.8	85	6	0	85
60	26.0	100	40	0	100
44	30.5	58	14	0	58
32	35.3	40	3	2.383	37
23	40.1	22	-4	0	22
17	45.0	17	-3	0	17
12	50.0	12	12	21.852	0
9	55.0	5	5	11.267	0
		489	20	35.503	469

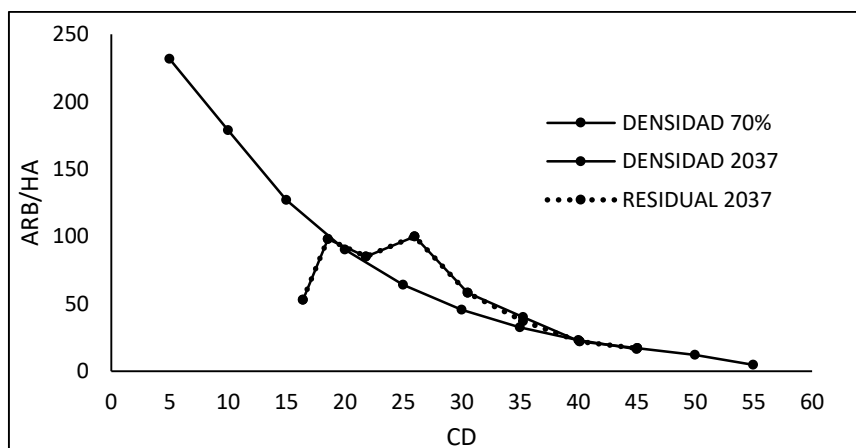


Figura 40. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

4.5.12 Remoción para el año 2047 con 70% de densidad de la estructura balanceada

De acuerdo a las existencias reales que corresponden a 237.8939 m³/ha e I.C.A. de 3.9215 m³/ha/año del rodal 3 para el 2047, se calculó la Intensidad de corta que dio como resultado el 15%, obteniendo un volumen de corta de 35.8820 m³/ha, los árboles de cosecha correspondieron a las categorías de 28.8, 33.2 y 37.9 cm con 27, 21 y 8 árboles, respectivamente (Cuadro 45).

Cuadro 45. Aplicación del volumen de corta por categoría diamétrica en base a la estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

Estructura Balanceada al 70%/CD	Categoría Diamétrica cm	Densidad 2047 Arb/ha	Corta Arb/ha	Volumen de Corta m ³ /ha	Residual 2047 Arb/ha
89	20.1	53	-36	0	53
80	21.7	98	18	0	98
64	25.0	85	21	0	85
50	28.8	100	13	6.204	87
37	33.2	58	21	14.351	37
27	37.9	37	8	7.563	29
20	42.7	22	2	3.054	20
14	47.5	17	3	4.690	14
		469	47	35.861	422

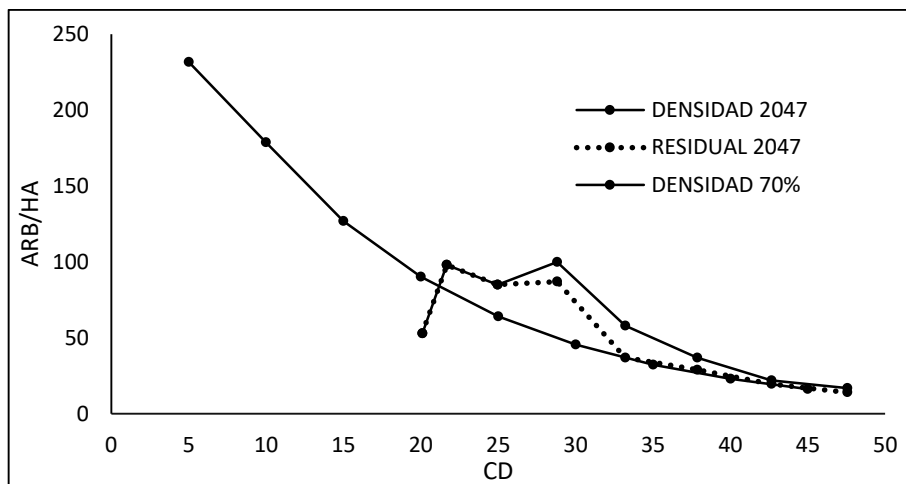


Figura 41. Condición actual y residual en densidad, en una estructura balanceada del 70% de densidad en el rodal 3.

4.6 Distribución de productos y valor de la producción

4.6.1 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 50% de grado de densidad del rodal 1

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 50% de grado de densidad. En los Cuadros 46 al 49 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 46. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
65	16.5550	15.6701	0.2928	0.4176	0	0.1674	0.0072
70	8.2770	7.9175	0.2307	0.0821	0	0.0420	0.0047
Total	24.8320	23.5877	0.5235	0.4997	0	0.2094	0.0119

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 47. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
65	27.6600	26.1815	0.4891	0.6977	0.0000	0.2796	0.0120
Total	27.6600	26.1815	0.4891	0.6977	0.0000	0.2796	0.0120

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, DESP= Desperdicio.

Cuadro 48. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
60	2.7230	2.5125	0.1161	0.0478	0.0000	0.0452	0.0014
65	25.8460	24.4645	0.4571	0.6519	0.0000	0.2613	0.0112
70	3.7730	3.6091	0.1052	0.0374	0.0000	0.0191	0.0021
	32.3420	30.5861	0.6783	0.7371	0.0000	0.3257	0.0148

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, DESP= Desperdicio.

Cuadro 49. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 50% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
50	18.2870	15.9742	1.2230	0.5160	0.0000	0.5565	0.0172
55	9.9270	9.2205	0.2523	0.2245	0.0000	0.2116	0.0180
60	2.9700	2.7404	0.1266	0.0521	0.0000	0.0493	0.0016
Total	31.1840	27.9351	1.6020	0.7926	0.0000	0.8175	0.0368

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, DESP= Desperdicio.

El valor de la producción total al término de cada corta por producto, al 50% de grado de densidad de la estructura meta, se presenta en el Cuadro 50.

Cuadro 50. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	28,305	377	3,634	0	54	0
2027	31,418	352	5,074	0	73	0
2037	36,703	243	5,361	0	85	0
2047	33,522	1,153	2,012	0	213	0
TOTAL	129,948	2,125	16,081	0	424	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.2 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 60% de grado de densidad del rodal 1

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 60% de grado de densidad. En los Cuadros 51 al 54 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 51. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
65	16.5550	15.6701	0.2928	0.4176	0.0000	0.1674	0.0072
70	8.2770	7.9175	0.2307	0.0821	0.0000	0.0420	0.0047
Total	24.8320	23.5877	0.5235	0.4997	0.0000	0.2094	0.0119

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, DESP= Desperdicio.

Cuadro 52. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
65	30.8110	29.1641	0.5449	0.7772	0.0000	0.3115	0.0134
70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	30.8110	29.1641	0.5449	0.7772	0.0000	0.3115	0.0134

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, DESP= Desperdicio.

Cuadro 53. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
60	2.7230	2.5125	0.1161	0.0478	0.0000	0.0452	0.0014
65	25.8450	24.4635	0.4570	0.6519	0.0000	0.2613	0.0112
70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	28.5680	26.9760	0.5731	0.6997	0.0000	0.3065	0.0126

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 54. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 60% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
50	18.2870	15.9742	1.2230	0.5160	0.0000	0.5565	0.0172
55	9.9270	9.2205	0.2523	0.2245	0.0000	0.2116	0.0180
60	2.9700	2.7404	0.1266	0.0521	0.0000	0.0493	0.0016
Total	31.1840	27.9351	1.6020	0.7926	0.0000	0.8175	0.0368

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

El valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 60% de grado de densidad de estructura meta se presenta en el Cuadro 55.

Cuadro 55. Valor de la producción total al término de cada de corta.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	28,305	377	3,634	0	54	0
2027	34,997	392	5,652	0	81	0
2037	32,371	413	5,089	0	80	0
2047	33,522	1,153	5,765	0	213	0
TOTAL	129,195	2,335	20,139	0	428	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.3 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 70% de grado de densidad del rodal 1

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 70% de grado de densidad. En los Cuadros 56 al 59 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 56. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
65	16.5120	15.6294	0.2920	0.4165	0.0000	0.1669	0.0072
70	8.2770	7.9175	0.2307	0.0821	0.0000	0.0420	0.0047
	24.7880	23.5469	0.5227	0.4986	0.0000	0.2089	0.0118

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 57. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
65	26.2600	24.8564	0.4644	0.6624	0.0000	0.2655	0.0114
70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	26.2600	24.8564	0.4644	0.6624	0.0000	0.2655	0.0114

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 58. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
65	25.8460	24.4645	0.4571	0.6519	0.0000	0.2613	0.0112
70	3.7730	3.6091	0.1052	0.0374	0.0000	0.0191	0.0021
	29.6190	28.0736	0.5622	0.6894	0.0000	0.2804	0.0133

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 59. Volumen de la distribución de productos rodal 1 con 70% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
50	15.4430	13.4899	1.0328	0.4358	0.0000	0.4700	0.0145
55	9.9270	9.2205	0.2523	0.2245	0.0000	0.2116	0.0180
60	5.9400	5.4807	0.2533	0.1042	0.0000	0.0987	0.0031
Total	31.3100	28.1911	1.5384	0.7645	0.0000	0.7803	0.0357

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

El valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 70% de grado de densidad de estructura meta se presenta en el Cuadro 60.

Cuadro 60. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 70% de grado de densidad.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	28,256	376	3,626	0	54	0
2027	29,828	334	4,817	0	69	0
2037	29,357	329	4,741	0	68	0
2047	33,829	1,108	5,560	0	203	0
TOTAL	12,1271	2,147	18,745	0	394	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.4 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 50% de grado de densidad del rodal 2

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 50% de grado de densidad. En los Cuadros 61 al 64 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 61. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
35	0.7350	0.4901	0.0679	0.0696	0.0948	0.0106	0.0020
55	2.5350	2.3546	0.0644	0.0573	0.0000	0.0540	0.0046
60	13.0920	12.0797	0.5582	0.2296	0.0000	0.2175	0.0069
65	7.2040	6.8189	0.1274	0.1817	0.0000	0.0728	0.0031
	23.5660	21.7433	0.8180	0.5383	0.0948	0.3550	0.0166

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 62. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2027.

Categoría diamétrica	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
35	5.5750	3.7173	0.5151	0.5282	0.7190	0.0803	0.0151
40	3.5100	2.5951	0.4142	0.2033	0.2715	0.0194	0.0065
45	19.4440	16.2100	1.7328	0.7412	0.0000	0.7395	0.0206
	28.5290	22.5224	2.6621	1.4727	0.9905	0.8393	0.0421

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 63. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
15	1.6420	0.0000	0.0000	0.0000	1.3038	0.2906	0.0476
20	11.5720	0.0000	5.4363	2.9146	0.0000	3.0718	0.1493
30	0.5530	0.2328	0.1474	0.0697	0.0857	0.0150	0.0024
35	13.5040	9.0043	1.2478	1.2794	1.7415	0.1946	0.0365
40	3.2650	2.4139	0.3853	0.1891	0.2526	0.0181	0.0060
45	2.8640	2.3876	0.2552	0.1092	0.0000	0.1089	0.0030
Total	33.4000	14.0387	7.4720	4.5620	3.3835	3.6989	0.2449

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 64. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 50% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
20	18.3600	0.0000	8.6252	4.6243	0.0000	4.8736	0.2369
25	1.0800	0.0000	0.3641	0.1788	0.2387	0.2927	0.0057
30	0.5080	0.2139	0.1354	0.0640	0.0787	0.0138	0.0022
35	3.7590	2.5065	0.3473	0.3561	0.4848	0.0542	0.0102
40	3.5060	2.5921	0.4137	0.2031	0.2712	0.0194	0.0065
45	3.3490	2.7920	0.2984	0.1277	0.0000	0.1274	0.0035
50	3.2800	2.8652	0.2194	0.0926	0.0000	0.0998	0.0031
Total	33.8420	10.9696	10.4037	5.6465	1.0734	5.4809	0.2680

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

El valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 60% de grado de densidad de estructura meta se presenta en el Cuadro 65.

Cuadro 65. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 50% de grado de densidad para el rodal 2.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	26,092	589	3,915	216	92	0
2027	27,027	1,917	10,711	1,673	218	0
2037	16,846	5,380	33,178	5,714	962	0
2047	13,163	7,491	41,065	1,813	1,425	0
TOTAL	83,129	15,376	88,869	9,416	2,697	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.5 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 60% de grado de densidad del rodal 2

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 60% de grado de densidad. En los Cuadros 66 al 69 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 66. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
30	0.4880	0.2055	0.1301	0.0615	0.0756	0.0132	0.0021
55	2.5350	2.3546	0.0644	0.0573	0.0000	0.0540	0.0046
60	13.0920	12.0797	0.5582	0.2296	0.0000	0.2175	0.0069
65	7.2040	6.8189	0.1274	0.1817	0.0000	0.0728	0.0031
Total	23.3190	21.4587	0.8802	0.5302	0.0756	0.3576	0.0167

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 67. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
15	4.6060	0.0000	0.0000	0.0000	3.6572	0.8152	0.1336
35	4.1590	2.7732	0.3843	0.3940	0.5364	0.0599	0.0112
40	2.2590	1.6701	0.2666	0.1309	0.1747	0.0125	0.0042
Total	11.0240	4.4433	0.6509	0.5249	4.3683	0.8876	0.1490

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 68. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
35	3.9720	2.6485	0.3670	0.3763	0.5122	0.0572	0.0107
40	4.0080	2.9632	0.4730	0.2322	0.3100	0.0222	0.0074
45	3.7430	3.1204	0.3336	0.1427	0.0000	0.1424	0.0040
50	18.2100	15.9070	1.2179	0.5139	0.0000	0.5542	0.0171
Total	29.9330	24.6391	2.3914	1.2650	0.8223	0.7759	0.0392

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 69. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 60% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
20	18.2820	0.0000	8.5886	4.6046	0.0000	4.8529	0.2359
25	1.6180	0.0000	0.5455	0.2678	0.3576	0.4385	0.0085
35	0.6830	0.4554	0.0631	0.0647	0.0881	0.0098	0.0018
40	4.7270	3.4948	0.5578	0.2738	0.3657	0.0262	0.0087
45	3.7800	3.1513	0.3369	0.1441	0.0000	0.1438	0.0040
50	3.2470	2.8363	0.2172	0.0916	0.0000	0.0988	0.0031
Total	32.3370	9.9379	10.3091	5.4467	0.8113	5.5700	0.2620

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

El valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 60% de grado de densidad de estructura meta se presenta en el Cuadro 70.

Cuadro 70. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 60% de grado de densidad para el rodal 2.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	25,750	634	3,856	344	93	0
2027	5,332	469	3,817	7,377	231	0
2037	29,567	1,722	9,200	1,389	202	0
2047	11,925	7,423	39,612	1,370	1,448	0
TOTAL	72,575	10,247	56,486	10,480	1,974	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.6 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 70% de grado de densidad del rodal 2

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 70% de grado de densidad. En los Cuadros 71 al 74 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 71. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
55	2.5350	2.3546	0.0644	0.0573	0.0000	0.0540	0.0046
60	13.0920	12.0797	0.5582	0.2296	0.0000	0.2175	0.0069
65	7.2040	6.8189	0.1274	0.1817	0.0000	0.0728	0.0031
Total	22.8310	21.2533	0.7501	0.4687	0.0000	0.3444	0.0146

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 72. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
15	1.9930	0.0000	0.0000	0.0000	1.5824	0.3527	0.0578
35	0.5730	0.3821	0.0529	0.0543	0.0739	0.0083	0.0015
Total	2.5660	0.3821	0.0529	0.0543	1.6563	0.3610	0.0594

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 73. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
15	1.2170	0.0000	0.0000	0.0000	0.9663	0.2154	0.0353
20	1.9690	0.0000	0.9250	0.4959	0.0000	0.5227	0.0254
35	0.4960	0.3307	0.0458	0.0470	0.0640	0.0071	0.0013
40	1.0880	0.8044	0.1284	0.0630	0.0842	0.0060	0.0020
45	1.4320	1.1938	0.1276	0.0546	0.0000	0.0545	0.0015
50	18.2100	15.9070	1.2179	0.5139	0.0000	0.5542	0.0171
Total	24.4120	18.2359	2.4447	1.1744	1.1144	1.3599	0.0827

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 74. Volumen de la distribución de productos rodal 2 con 70% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
20	8.0740	0.0000	3.7930	2.0336	0.0000	2.1432	0.1042
25	0.6070	0.0000	0.2047	0.1005	0.1342	0.1645	0.0032
40	4.7270	3.4948	0.5578	0.2738	0.3657	0.0262	0.0087
45	7.0270	5.8582	0.6262	0.2679	0.0000	0.2673	0.0074
Total	20.4350	9.3530	5.1817	2.6758	0.4998	2.6012	0.1235

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

El valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 70% de grado de densidad de estructura meta se presenta en el Cuadro 75.

Cuadro 75. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 70% de grado de densidad para el rodal 2.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	25,504	540	3,409	216	90	0
2027	458	38	395	2,797	94	0
2037	21,883	1,760	8,541	1,882	354	0
2047	11,224	3,731	19,460	844	676	0
TOTAL	59,069	6,069	31,804	5,739	1,213	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.7 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 50% de grado de densidad del rodal 3

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 50% de grado de densidad. En los Cuadros 76 al 79 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 76. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
60	25.6070	23.6271	1.0919	0.4491	0.0000	0.4254	0.0135
65	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70	6.8970	6.5975	0.1922	0.0684	0.0000	0.0350	0.0039
Total	32.5040	30.2246	1.2841	0.5175	0.0000	0.4604	0.0174

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 77. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
50	25.4080	22.1946	1.6993	0.7170	0.0000	0.7732	0.0239
55	4.9710	4.6172	0.1264	0.1124	0.0000	0.1060	0.0090
60	2.9840	2.7533	0.1272	0.0523	0.0000	0.0496	0.0016
65	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	33.3630	29.5651	1.9529	0.8817	0.0000	0.9288	0.0345

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 78. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
45	4.4390	3.7007	0.3956	0.1692	0.0000	0.1688	0.0047
50	21.8520	19.0883	1.4615	0.6166	0.0000	0.6650	0.0206
55	9.0140	8.3725	0.2291	0.2039	0.0000	0.1922	0.0164
Total	35.3050	31.1615	2.0862	0.9897	0.0000	1.0260	0.0416

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 79. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 50% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
40	18.9070	13.9785	2.2312	1.0953	1.4625	0.1046	0.0348
45	10.0800	8.4034	0.8983	0.3842	0.0000	0.3834	0.0107
50	6.4940	5.6727	0.4343	0.1833	0.0000	0.1976	0.0061
	35.4810	28.0547	3.5638	1.6628	1.4625	0.6856	0.0516

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

El valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 60% de grado de densidad de estructura meta se muestra en el Cuadro 80.

Cuadro 80. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 50% de grado de densidad para el rodal 3.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	36,269	925	3,764	216	120	0
2027	35,478	1,406	6,413	0	241	0
2037	37,394	1,502	7,198	0	267	0
2047	33,666	2,566	12,093	2,470	178	0
Total	142,807	6,399	29,467	2,686	806	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.8 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 60% de grado de densidad del rodal 3

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 60% de grado de densidad. En los Cuadros 81 al 84 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 81. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
60	25.6070	23.6271	1.0919	0.4491	0.0000	0.4254	0.0135
70	6.8970	6.5975	0.1922	0.0684	0.0000	0.0350	0.0039
Total	32.5040	30.2246	1.2841	0.5175	0.0000	0.4604	0.0174

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 82. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
50	25.4080	22.1946	1.6993	0.7170	0.0000	0.7732	0.0239
55	4.9710	4.6172	0.1264	0.1124	0.0000	0.1060	0.0090
65	2.9840	2.8245	0.0528	0.0753	0.0000	0.0302	0.0013
Total	33.3630	29.6363	1.8784	0.9047	0.0000	0.9094	0.0342

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 83. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
40	2.1770	1.6095	0.2569	0.1261	0.1684	0.0120	0.0040
45	2.8640	2.3876	0.2552	0.1092	0.0000	0.1089	0.0030
50	21.8520	19.0883	1.4615	0.6166	0.0000	0.6650	0.0206
55	9.0140	8.3725	0.2291	0.2039	0.0000	0.1922	0.0164
Total	35.9070	31.4580	2.2027	1.0558	0.1684	0.9781	0.0440

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 84. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 60% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
35	6.8340	4.5568	0.6315	0.6475	0.8813	0.0985	0.0185
40	19.5770	14.4739	2.3103	1.1341	1.5144	0.1083	0.0360
45	5.0400	4.2017	0.4491	0.1921	0.0000	0.1917	0.0053
50	3.2470	2.8363	0.2172	0.0916	0.0000	0.0988	0.0031
Total	34.6980	26.0688	3.6080	2.0653	2.3957	0.4973	0.0629

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

El valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 60% de grado de densidad de estructura meta se muestra en el Cuadro 85.

Cuadro 85. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 60% de grado de densidad para el rodal 3.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	36,269	925	3,764	216	120	0
2027	35,564	1,352	6,579	0	236	0
2037	37,750	1,586	7,678	284	254	0
2047	31,283	2,598	15,021	4,046	129	0
Total	140,865	6,461	33,042	4,546	740	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.6.9 Volumen de la distribución de productos y valor de la producción al 70% de grado de densidad del rodal 3

Se calculó el volumen de la distribución de productos por año de cosecha al 70% de grado de densidad. En los Cuadros 86 al 89 se representa el valor de cada producto de acuerdo al volumen de corta que se aplicó por categoría diamétrica.

Cuadro 86. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2017.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
60	25.6070	23.6271	1.0919	0.4491	0.0000	0.4254	0.0135
70	6.8970	6.5975	0.1922	0.0684	0.0000	0.0350	0.0039
Total	32.5040	30.2246	1.2841	0.5175	0.0000	0.4604	0.0174

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 87. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2027.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
50	25.2050	22.0173	1.6857	0.7112	0.0000	0.7670	0.0237
55	4.9710	4.6172	0.1264	0.1124	0.0000	0.1060	0.0090
65	2.9840	2.8245	0.0528	0.0753	0.0000	0.0302	0.0013
Total	33.1600	29.4590	1.8648	0.8989	0.0000	0.9032	0.0340

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 88. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2037.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
35	2.3831	1.5890	0.2202	0.2258	0.3073	0.0343	0.0064
50	21.8522	19.0886	1.4615	0.6166	0.0000	0.6650	0.0206
55	11.2674	10.4655	0.2864	0.2548	0.0000	0.2402	0.0205
Total	35.5027	31.1430	1.9681	1.0972	0.3073	0.9396	0.0474

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

Cuadro 89. Volumen de la distribución de productos rodal 3 con 70% de densidad 2047.

Categoría diamétrica cm	Volumen de corta m ³ /ha	TMC (m ³)	TCD (m ³)	PM (m ³)	MO (m ³)	CL (m ³)	DESP (m ³)
30	6.2035	2.6118	1.6538	0.7815	0.9614	0.1681	0.0269
35	14.3506	9.5688	1.3260	1.3596	1.8507	0.2068	0.0388
40	7.5630	5.5915	0.8925	0.4381	0.5850	0.0418	0.0139
45	7.7440	6.4560	0.6901	0.2952	0.0000	0.2945	0.0082
Total	35.8611	24.2281	4.5624	2.8744	3.3971	0.7112	0.0878

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

En el Cuadro 9 se muestra el valor de producción al final de cada corta a una estructura meta del 70% de grado de densidad de estructura meta.

Cuadro 90. Valor de la producción total al término de cada ciclo de corta al 70% de grado de densidad para el rodal 3.

AÑO	TMC (\$)	TCD (\$)	PM (\$)	MO (\$)	CL (\$)	DESP (\$)
2017	36,269	925	3,764	216	120	0
2027	35,351	1,343	6,538	0	235	0
2037	37,372	1,417	7,980	519	244	0
2047	29,074	3,285	20,905	5,737	185	0
Total	138,066	6,969	39,187	6,472	784	0

TMC= Trozas Medidas Comerciales, TCD= Trozas Cortas Dimensiones, PM= Pilotes para Mina, MO= Morillos, CL=Celulósicos y leña, y DESP= Desperdicio.

4.7 Alternativa seleccionada para cada rodal

De acuerdo a la condición dasométrica del rodal 1, en la aplicación de tres ciclos de corta para los años 2027, 2037 y 2047 la condición futura deseada que mejor se ajustó fue el nivel de densidad del 60%, en cuanto a datos de densidad, existencias reales, área basal e incrementos. Para la última corta que se aplicó al año 2047 la estructura residual en densidad se fue normalizando a la estructura normal que representan los bosques incoetáneos, las existencias reales residuales fueron de 165.952 m³/ha, en área basal 22.1909 m²/ha, incremento corriente anual de 3.138 m³/ha/año. En cuanto al análisis de distribución de productos y valor de producción para los tres ciclos de corta, el 88% del volumen total generó productos primarios dando mayor valor económico que las alternativas del 70% y 50% de densidad.

Para el rodal 2 la condición futura deseada que mejor se adecuó de acuerdo a las condiciones dasométricas del rodal fue el 50% de densidad quedando en la condición residual para el año 2047 en existencias reales 130.762 m³/ha, área basal de 18 m²/ha e incremento corriente anual de 2.8 m³/ha/año. Para la estructura en

densidad, en las categorías que se removieron quedaron normalizadas casi en su totalidad a la curva meta del 50%, para la distribución de productos y valor de la producción, el 60% del volumen de cosecha generó productos primarios resultando mayor valor económico; haciendo atribución que a esta densidad meta se removieron arboles de casi todas las categorías diamétricas en cada una de las intervenciones.

Para el rodal 3 durante la aplicación de los ciclos de corta, la condición futura deseada que se ajustó a las condiciones del rodal resultó el nivel de densidad del 70%, en la condición residual para el 2047, las existencias reales correspondieron a 202.0331 m³/ha, área basal de 26.1980 m²/ha e incremento corriente anual de 3.397 m³/ha/año. En base al análisis de distribución de productos por categoría diamétrica y valor de producción, el 78% del volumen total generó productos primarios dado que en las intervenciones casi no hubo remoción de árboles de categorías diamétricas menores.

V. CONCLUSIONES

1. La hipótesis nula planteada para fines de este trabajo se rechaza, puesto que, en cada rodal se permitió obtener una condición futura deseada.
2. Para los tres ciclos de corta que se aplicaron a cada rodal, la condición silvícola futura deseada que se determinó trabajar para cada uno fueron las siguientes: para el rodal 1 el 60 % de nivel de densidad, para el rodal 2 el 50 % de nivel de densidad y para el rodal 3 el 70 % de nivel de densidad; por presentar las condiciones dasométricas cercanas a la condición silvícola de cada rodal.
3. La alternativa seleccionada para cada uno de los rodales permite que el bosque tome la estructura normal de los bosques incoetáneos, haciendo que el rodal se aproveche en diferentes etapas, sin que merme su capacidad productiva.
4. Para cada alternativa seleccionada se determinó la distribución de productos y valor de producción. Para el rodal 1 se generó al final de las cortas 2017, 2027, 2037 y 2047 un total de \$ 152,098/ha, para el rodal 2 \$ 199,487/ha y para el rodal 3 \$ 192,907/ha. Cabe mencionar que el rodal 2 fue el que presentó mejor distribución de productos ya que en las etapas de aprovechamiento se removieron arboles de casi todas la categorías diamétricas que fue lo que generó mayores ganancias.

VI. RECOMENDACIONES

1. Analizar la proyección de las estructuras dasométricas a través del tiempo lo anterior permite determinar cuál es el potencial productivo del bosque.
2. Hacer análisis de alternativas de manejo silvícola, para que nos permita tener un rango más amplio en la toma de decisiones y que nos puede servir como herramienta para el manejo del bosque.
3. Para el manejo de los bosques establecer metas o escenarios futuros como alternativas de manejo, ya que de esta manera se podría obtener una condición silvícola futura deseada, considerando las condiciones ecológicas de la especie.
4. Realizar los análisis de distribución de productos con una metodología diferente a la aplicada en este estudio, para fines de mejor producción y valor de producción en los rodales de estudio.
5. Evaluar al término de los ciclos de corta, la respuesta de las especies a la aplicación de los tratamientos silvícolas.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, R. M. & Villa Salas, A. B. 1995. Rutinas de cálculo de once métodos para determinar el incremento en volumen de coníferas. INIFAP. Rev. Ciencia Forestal en México. México. Vol. 20 Núm. 77. 42 p.
- Araujo, A. P. & Iturre, C. M. 2006. Ordenación de bosques irregulares. Serie didáctica No. 28. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Catedra de ordenación forestal. Argentina.
- Arteaga, M. B. 2001. Evaluación dasométrica de plantaciones de cuatro especies de pinos en Ayotoxtla, Guerrero. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6 (2): 7p.
- Cabrera. J, Lamelas M. T, Montealegre. A.L, de la Riva. J. 2014. Estimación de variables dasométricas a partir de datos LiDAR PNOA en masas regulares de *Pinus halepensis* Mill. XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. (16): 7p.
- Cano P. A., O. U. Martínez B., A. Quiñónez Ch. 2007. Caracterización y diagnóstico del medio físico de la microcuenca Santa Rita del municipio de Arteaga, Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 13. Coahuila, México. 44 p.
- Daniel TW., Helms, JA., y Backer, FS. 1982. Principios de silvicultura. Mcgraw-Hill. Primera edición. México, México. 492 p.
- Diéguez, A., Rojo, A., Castedo, D., Álvarez, G., Barrio, A., Crecente, C., González, G., Pérez, C., Rodríguez, S., López, S., Balboa, M., Gorgoso, V., y Sánchez, R. 2009. Herramientas selvícolas para la gestión forestal sostenible en Galicia. Tórculo Artes Gráficas. Galicia. España. Vol. 1, 272 p.

- Donoso, C., Sandoval, V., y Grez, R. 1990. Silvicultura de los bosques de *Fitzroya cupressoides*. ¿Ficción o realidad? Instituto de silvicultura, serie técnica Valdivia, Chile. Vol. 11, Núm. 1. 11 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Estado y tendencia de la ordenación forestal en 17 países de América latina. Documento de trabajo FORM/26. Departamento de Montes. Roma, Italia. 110 p.
- Fors, J. A. y Reyes. 1947. Manual de Silvicultura. Ministerio de Agricultura. República de Cuba. 323 p.
- Gadow, V., Sánchez, S., & Álvarez, J. 2007. Estructura y crecimiento del bosque. IUFRO World Series Vol. 12. 147 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Cuarta edición. México. Pp 217.
- Graciano, L. J. 2001. Técnicas de evaluación dasométrica y ecológica de los bosques de coníferas bajo manejo de la sierra madre occidental del centro sur de Durango, México. Tesis de maestría. Facultad de ciencias forestales Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 193 p.
- Hawley, R.C. y Smith, D.M. 1972. Silvicultura práctica. Barcelona, Ediciones Omega S.A. 544 p.
- Hernández, D. J. C., Corral, R. J.J., Quiñones, C. A., Bacon, S. R. J. y Vergas, L. B. 2008. Evaluación del manejo forestal regular e irregular en bosques de la sierra madre occidental. Madera y bosques. Vol. 14. Núm. 3. Xalapa, México. 18 p.
- Hernández, N. 2003. Análisis comparativo-descriptivo de características físicas y fisiológicas de semillas en coníferas de la sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo Coahuila. 89 p.

- Hernández, R. J., García, M. J., Muñoz, F. J., García, C. X., Sáenz, R. T., Flores, L. C. y Hernández, R. A. 2013. Guía de densidad para manejo de bosques naturales de *Pinus teocote schlecht. et cham.* En Hidalgo. Revista Mexicana Ciencia Forestal. Vol. 4 Núm. 19. 16 p.
- Hernández, R. M. 2001. Silvicultura y manejo integral de los recursos forestales. Notas preliminares. 27p.
- Jardel, P. E. J. 2010. El manejo forestal en México: estado actual y perspectivas. Estudios Rurales y Asesoría. 51 p.
- Kleinn, C., Bhandari, N., y Fehrmann, L. 2015. Observaciones y mediciones Antología de conocimiento para la evaluación de los recursos forestales nacionales. Roma. 14 p.
- López, J. E. A. 2012. La silvicultura en los bosques templados de México. Monografía UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila. 98p.
- Mackay, E. 1961. Fundamentos y métodos de la Ordenación de Montes. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Segunda Edición. Madrid. 768 p.
- Mendoza, B. M. A. 1993. Conceptos básicos de manejo forestal. UTEHA, LIMUSA. 1° edición. México. 161 p.
- Navare, H., & Taylor, K. 1997. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología. Xalapa Veracruz, México. Victoria sosa. Fascículo 98.
- Nájera, C. J. 2000. Efecto de tres tratamientos silvícolas sobre el microclima y la regeneración en un bosque de *Abies-Pseudotsuga-Pinus*, en Arteaga, Coahuila. Tesis de maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 173 p.
- Quiroz, M. I., y Steenbuck, D. 2001. Tratamientos intermedios y técnicas de manejo. Instituto forestal. Valdivia, Chile. 69 p.
- Ramírez, M. J. J. 1998. Aprovechamiento y manejo silvícola de los recursos forestales en seis municipios de la región oeste del estado de Jalisco. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila. 110 p.

- Romahn, de la V. C. y Ramírez, M. H. 2010. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. División de ciencias forestales. Chapingo, México. 297 p.
- Salas, T. F., González, G. M. P., Zamora, D. R., y Collado, E. R. 1989. Plan forestal andaluz. Junta de Andalucía. Andalucía, España. 379 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2014. Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares. Curso Regional de Regulación Manejo y Salud Forestal. Chihuahua, México. 38 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2006. Norma Oficial Mexicana 152. Lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para los aprovechamientos de los recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. Diario Oficial de la Federación México 2008. 22 p.
- Serrada, H. R. 1997. Apuntes de Selvicultura II. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.
- SARH (Subsecretaría de Agricultura y Recurso Hidráulicos). 1985. Normas mínimas de calidad para la formulación de estudios dasonómicos en bosques. Subsecretaría forestal y Dirección general de aprovechamientos forestales. México, D.F. 311 p.
- Ugalde, A. L. 1981. Conceptos básicos de dasometría. CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 23 p.
- Vargas H, J.J. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Norte de México. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/60S. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma.

ANEXOS

Anexo 1.

Altura ajustada con respecto a la categoría diamétrica.

Pseudotsuga flahaulti

El modelo que mejor ajuste tuvo para obtener las alturas fue la ecuación de Gompertz con un R^2 aj de 0.9803, CME de 5.9986 y F calculada de 3227.74.

Modelo	Ecuación	coeficientes de regresión			R2 aj	CME	F cal
		a	b	c			
Schumacher	$Y = e^{(a+b/x)}$	3.359	-14.27		0.9784	6.5824	427.07
Gompertz	$Y = ae^{(-e^{(b-cx)})}$	25.8224	0.7003	0.0518	0.9803	5.9986	3227.74
Logístico	$Y = \frac{a}{1 + e^{(b-cx)}}$	24.6471	1.4844	0.0746	0.9787	6.4778	2984.25

Pinus ayacahuite

El modelo que mejor ajuste tuvo para obtener las alturas fue la ecuación de Gompertz con un R^2 aj de 0.9703, CME de 8.5045 y F calculada de 1792.5.

Modelo	Ecuación	coeficientes de regresión			R2 aj	CME	F cal
		a	b	c			
Schumacher	$Y = e^{(a+b/x)}$	3.2157	-11.5575		0.9683	9.0812	2512.4
Gompertz	$Y = ae^{(-e^{(b-cx)})}$	24.196	0.4727	0.0443	0.9703	8.5045	1792.5
Logístico	$Y = \frac{a}{1 + e^{(b-cx)}}$	23.2705	1.1062	0.0612	0.9695	8.7504	1740.6

Anexo 2.

Edad ajustada con respecto a la categoría diamétrica.

Pseudotsuga flahaulti

El modelo que mejor ajuste tuvo para obtener las edad fue la Función de Power con un R² aj de 0.9804, CME de 94.4627 y F calculada de 2976.01.

Modelo	Ecuación	coeficientes de regresión			R2 aj	CME	F cal
		a	b	c			
Schumacher	$Y = e^{(a+b/x)}$	5.0249	-23.9528		0.9597	194.6	2121.53
Gompertz	$Y = ae^{(-e^{(b-cx)})}$	397.9	1.0855	0.0165	0.9778	107.1	2618.11
Power	$Y = ax^b c^x$	7.8247	0.4947	1.0112	0.9804	94.4627	2976.01

Pinus ayacahuite

El modelo que mejor ajuste tuvo para obtener las edad fue la Función de Power con un R² aj de 0.9697, CME de 143.4 y F calculada de 1773.3.

Modelo	Ecuación	coeficientes de regresión			R2 aj	CME	F cal
		a	b	c			
Schumacher	$Y = e^{(a+b/x)}$	4.9246	-23.4036		0.9606	186.2	2028.58
Gompertz	$Y = ae^{(-e^{(b-cx)})}$	138.7	0.8515	0.032	0.9691	146.2	1738.15
Power	$Y = ax^b c^x$	4.3159	0.7565	1.0005	0.9697	143.4	1773.3

Anexo 3.

Tiempo de paso ajustado con respecto a la categoría diamétrica.

Pseudotsuga flahaulti

El modelo que mejor ajuste tuvo para obtener el tiempo de paso fue la ecuación de Gompertz con un R^2 aj de 0.9743, CME de 8.1134 y F calculada de 2152.66.

Modelo	Ecuación	coeficientes de regresión			R2 aj	CME	F cal
		a	b	c			
Schumacher	$Y = e^{(a+b/x)}$	3.1343	-6.9311		0.9720	8.8501	2952.74
Gompertz	$Y = ae^{(-e^{(b-cx)})}$	20.1754	1.3643	0.1339	0.9743	8.1134	2152.66
Logístico	$Y = \frac{a}{1+e^{(b-cx)}}$	20.3254	0.6524	0.1037	0.9740	8.1993	2129.51

Pinus ayacahuite

El modelo que mejor ajuste tuvo para obtener el tiempo de paso fue la ecuación de Schumacher con un R^2 aj de 0.9647, CME de 10.7612 y F calculada de 2010.62.

Modelo	Ecuación	coeficientes de regresión			R2 aj	CME	F cal
		a	b	c			
Schumacher	$Y = e^{(a+b/x)}$	3.0853	-6.5743		0.9647	10.7612	2010.62
Gompertz	$Y = ae^{(-e^{(b-cx)})}$	20.4776	0.2041	0.0654	0.9635	11.1222	1292.67
Logístico	$Y = \frac{a}{1+e^{(b-cx)}}$	20.2945	0.6324	0.0783	0.9627	11.3486	1268.87