

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL



Crecimiento e Incremento de Un Rodal de *Pinus rudis* Endl. Como Respuesta a  
Diferentes Intensidades de Aclareo en San José de la Joya, Galeana,  
Nuevo León

Por:

**MARÍA SÁNCHEZ HERNÁNDEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL

Crecimiento e Incremento de Un Rodal de *Pinus rudis* Endl. Como Respuesta a  
Diferentes Intensidades de Aclareo en San José de la Joya, Galeana,  
Nuevo León

Por:  
**MARÍA SÁNCHEZ HERNÁNDEZ**

TESIS  
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

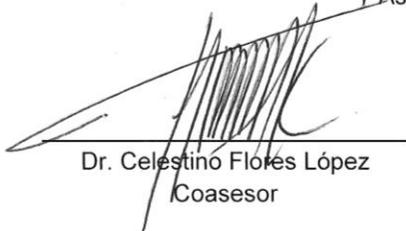
Aprobado por el Comité de Asesoría:



M.C. José Aniseto Díaz Balderas  
Asesor Principal



DEPARTAMENTO FORESTAL



Dr. Celestino Flores López  
Coasesor



M.C. Héctor Darío González López  
Coasesor



Dr. Gabriel Sallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México  
Junio 2016

Coordinación  
División de Agronomía

El presente trabajo forma parte del Proyecto “Evaluación del efecto del crecimiento de un bosque de *Pinus rudis* Endl. en el Cerro del Potosí, Galeana, Nuevo León” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con clave 02-03-0207-2117, bajo la responsabilidad del M.C. José Aniseto Díaz Balderas.

## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Por su amor y su ayuda, en todo momento y necesidad.

### **Mis Padres**

**Andrés Sánchez Díaz** y **Lucía Hernández Hernández**, por brindarme siempre su apoyo, sus oraciones, sus ejemplos a seguir; las personas más importantes en mi vida.

### **Mis Hermanos**

Por sus motivaciones; por ser mis hermanos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, por ayudarme y estar siempre conmigo cada día de mi vida. Por haber permitido terminar mi formación profesional y al mismo tiempo una etapa de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por sus servicios brindados, instalaciones, docencia, que en conjunto han colaborado a mi formación profesional.

**Mi más sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra manera colaboraron para la realización del presente trabajo.**

De una manera muy especial al MC. José Aniseto Díaz Balderas, por su irrecuperable y valioso tiempo brindado para la revisión, colaboración y apoyo del presente trabajo; Pero sobre todo gracias, que a pesar de su limitado tiempo aceptó ser mi asesor principal. Por consiguiente, sus sabios consejos (leer), que dieron grandes resultados en mi persona, por todo ello gracias.

Al MC. Héctor Darío González López, por haber aceptado formar parte del comité de tesis, por la revisión y sugerencias.

Al Dr. Celestino Flores López, por ser parte del comité asesor del presente y la revisión y sugerencias brindados.

A mis amigos y compañeros: María del Carmen Sánchez, Marino García, Gary Pérez de León y Carlos Arturo Hernández, por su apoyo en campo, sin ellos no hubiera sido posible la toma de datos.

A la familia "CARDONA VALERO" por apoyarme con el hospedaje, durante la toma de datos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I INTRODUCCIÓN .....	1
II OBJETIVOS .....	4
2.1 Objetivo general .....	4
2.2 Objetivos específicos .....	4
2.3 Hipótesis .....	4
III REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
3.1 Descripción de la especie .....	5
3.2 Competencia .....	7
3.3 Densidad.....	8
3.3.1 Métodos de manejo de densidad.....	9
3.4 Aclareos .....	11
3.4.1 Tipos de aclareos.....	12
3.4.2 Grados de aclareos.....	14
3.4.3 Efecto de aclareos en árboles para especies tolerantes y no tolerantes	15
3.4.4 Efecto de aclareos en rodales para especies tolerantes y no tolerantes	15
3.4.5 Evaluación de crecimiento e incremento de los árboles forestales.....	15
3.5 Trabajos afines.....	16
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
4.1 Antecedentes del área de estudio.....	19
4.2 Localización del área de estudio .....	20
4.3 Características del área de estudio.....	22
4.3.1 Diseño experimental .....	22

4.3.2 Modelo estadístico .....	23
4.4 Metodología en campo.....	25
4.5 Análisis estadístico.....	26
4.6 Cálculo de los incrementos .....	27
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
5.1 Densidad del rodal actual y antes de la aplicación del aclareo .....	28
5.2 Variables dasométricas por tratamiento.....	30
5.2.1 Diámetro promedio a 0.30 m .....	30
5.2.2 Diámetro promedio a 1.30 m .....	32
5.2.3 Altura promedio total.....	34
5.2.4 Altura promedio de fuste limpio .....	35
5.2.5 Área de copa promedio.....	37
5.2.6 Área basal promedio por árbol.....	39
5.2.7 Volumen promedio por árbol.....	41
5.2.8 Área basal por hectárea.....	42
5.2.9 Volumen por hectárea.....	44
5.2.10 Índice de esbeltez promedio .....	46
5.2.11 Incrementos en diámetro a 0.30 m .....	47
5.2.12 Incrementos en diámetro a 1.30 m .....	48
5.2.13 Incrementos en altura total .....	50
5.2.14 Incremento en altura de fuste limpio .....	51
5.2.15 Incremento en área de copa (AC).....	53
5.2.16 Incremento en área basal (AB) promedio por árbol .....	55
5.2.17 Incremento en volumen promedio por árbol .....	56
5.2.18 Incremento en área basal por hectárea .....	57
5.2.19 Incremento en volumen por hectárea .....	58
VI CONCLUSIONES .....	60
VII RECOMENDACIONES.....	61
VIII LITERATURA CITADA.....	62
IX ANEXOS.....	68

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Taxonomía del <i>Pinus rudis</i> Endl. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
Cuadro 2. Variables evaluadas y equipo utilizado.....	25
Cuadro 3. Cambios de densidad (número de individuos por ha <sup>-1</sup> ) antes de la aplicación del aclareo (año 2011) y el año 2015 a 3 años de aplicado. ....	28
Cuadro 4. Comparación de medias de tukey con ( $\alpha= 0.05$ ), para la densidad (número de árboles ha <sup>-1</sup> ), después de 3 años de la aplicación del aclareo.....	29
Cuadro 5. Comparación de medias de tukey con ( $\alpha= 0.05$ ), para el diámetro a 0.30 m como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.....	30
Cuadro 6. Comparación de medias tukey con ( $\alpha=0.05$ ), para el área de copa como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.....	38
Cuadro 7. Comparación de medias de tuckey ( $\alpha=0.05$ ), para el área basal por hectárea como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.....	42
Cuadro 8. Comparación de medias de tukey con ( $\alpha= 0.05$ ), para el volumen por hectárea como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.....	44
Cuadro 9. Comparación de medias tukey ( $\alpha=0.05$ ), para el incremento del área de copa como efecto de la aplicación de las diferentes intensidades de aclareo. ....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización del área de estudio en San José de la Joya, Galeana, Nuevo León.....	21
Figura 2. Parcelas con sus tratamientos en el área experimental. T1 (testigo), T2 (20 % de remoción), T3 (40 % de remoción) y T4 (60 % de remoción); I, II, III y IV son bloques (Díaz, 2002). .....	23
Figura 3. Esquema de una parcela (unidad experimental de 25 m x 25 m), donde la subparcela (unidad efectiva de medición de 15 m x 15 m, marco más ancho) está constituida por los cuadrantes (de 5 m x 5 m) 17 al 25 y del 1 al 16 constituyen la franja de protección .....	24
Figura 4. Densidad (número de árboles ha <sup>-1</sup> ), en las diferentes intensidades de aclareo antes de los aclareos y a 3 años de aplicado. ....	30
Figura 5. Diámetros promedio a 0.30 m por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya Galeana N.L. ....	31
Figura 6. Diámetros promedio de 1.30 m por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	33
Figura 7. Altura total promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.....	35
Figura 8. Promedio de altura de fuste limpio (m) por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	36

Figura 9. Área de copa promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	39
Figura 10. Área basal promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.....	40
Figura 11. Volumen promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.....	41
Figura 12. Área basal por hectárea a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	43
Figura 13. Volumen por hectárea a 3 años de aplicación de los aclareos en <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	45
Figura 14. Promedio de índice de esbeltez por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	47
Figura 15. Incremento promedio en diámetro a 0.30 m por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	48
Figura 16. Incremento en diámetro a 1.30 m promedio por tratamiento como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	50
Figura 17. Incremento en la altura total promedio por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	51
Figura 18. Incremento en altura de fuste limpio promedio por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	52

Figura 19. Incremento en área de copa promedio por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	54
Figura 20. Incremento en área basal promedio por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	55
Figura 21. Incremento en volumen promedio por árbol, por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	57
Figura 22. Incremento en área basal por hectárea ( $m^2 ha^{-1}$ ) por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	58
Figura 23. Incremento en volumen por hectárea ( $m^3 ha^{-1}$ ) promedio por tratamiento como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para <i>Pinus rudis</i> Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L. ....	59

Correo electrónico; María Sánchez Hernández, [lia12121@hotmail.com](mailto:lia12121@hotmail.com)

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio consistió en evaluar el crecimiento e incremento en las variables diámetro a 0.30 m, diámetro normal (DN), altura total (AT), altura de fuste limpio (AFL), área de copa (AC); área basal (AB), volumen, individual y por hectárea; así como el crecimiento del índice de esbeltez, como respuesta a la aplicación de diferentes intensidades de aclareo (T1= Testigo ó 0 %, T2= 20 %, T3= 40 % y T4= 60 % de remoción respectivamente) en un rodal de regeneración de *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana, Nuevo León, establecido bajo un diseño experimental de bloques al azar. Mediante los datos tomados en campo, efectuados en parcelas permanentes, se obtuvo el crecimiento de dichas variables, sometiéndolos a un análisis de varianza ( $\alpha=0.05$ ) y por consiguiente a la prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) a aquellas variables que presentaron diferencias significativas entre tratamientos, procesados mediante el paquete estadístico STATISTICA 7. Los resultados muestran que los mayores crecimientos en diámetros se presentaron en el tratamiento de mayor intensidad de remoción (60 %), las variables altura total y altura de fuste limpio no tuvieron una respuesta definida conforme la densidad residual; con respecto al AB y volumen por hectárea mostraron diferencias altamente significativas ( $Pr=0.003$  y  $Pr=0.001$  respectivamente), favoreciendo un mayor crecimiento en los tratamiento de menor intensidad de remoción, el área copa fue mayor conforme la intensidad disminuía, mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $Pr=0.042$ ). Los incrementos, fue a un periodo de 2 años, se obtuvo mediante la diferencia de los valores promedios de las variables de la evaluación hace 2 años; los mejores incrementos se presentó en el tratamiento del 60 % (0.65 cm de diámetro a 0.30 m, 0.56 cm en DN, 2.10 m<sup>2</sup> en AC, 0.0011 m<sup>2</sup> en AB promedio por árbol, 0.0084 m<sup>3</sup> en volumen promedio, 2.58 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> y 19.37 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), excepto en la AT y AFL, que fue mayor en el testigo (0.58 m y 0.32 m respectivamente). El testigo fue el que presentó mayor mortalidad.

Palabras clave: Crecimiento, Incremento, *Pinus rudis* Endl., Aclareo, Tratamiento.

### **ABSTRACT**

The aim of the present study was to evaluate the growth and increase in diameter to 0.30 m variables, normal diameter (DN), total height (AT), clear bole height (AFL), crown area (AC); basal area (AB), volume, individual and per hectare; and growth rate of slenderness, in response to the application of different cleaning intensities (T1=Control or 0 %, T2=20 %, T3=40 % and T4=60 % removal respectively) in a stand regeneration *Pinus rudis* Endl. in San Jose of the Joya, Galeana, Nuevo Leon, established under an experimental randomized block design. Using the data collected in the field, carried out on permanent plots, the growth of these variables was obtained by subjecting them to an analysis of variance ( $\alpha=0.05$ ) and therefore the test means comparison Tukey ( $\alpha=0.05$ ) to those variables that showed significant differences between treatments, processed using the statistical package STATISTICA 7. The results show that the highest growth in diameters were presented in more intense treatment removal (60 %), the variables total height and height of clear bole did not have a definite answer as the residual density; with respect to AB and volume per hectare showed highly significant differences ( $Pr=0.003$  and  $Pr=0.001$  respectively), favoring further growth in the treatment of lower intensity of removal, the glass area was increased as the intensity diminished, showed significant differences between treatments ( $Pr=0.042$ ). The increase was a period of 2 years, it was obtained by the difference of the average values of the variables of the evaluation 2 years; the best increases were made in the treatment of 60 % (0.65 cm in diameter to 0.30 m, 0.56 cm in DN, 2.10 m<sup>2</sup> in BC, 0.0011 m<sup>2</sup> in AB average per tree, 0.0084 m<sup>3</sup> on average volume, 2.58 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> and 19.37 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), except for AT and AFL, which was higher in the control (0.58 m and 0.32 m respectively). The witness was presented the highest mortality.

Keywords: Growth, Increase, *Pinus rudis* Endl, Thinning, Treatment. .

## I INTRODUCCIÓN

El manejo forestal comprende acciones y procedimientos para una continua producción de bienes y servicios de los ecosistemas forestales y uno de sus objetos, es el cultivo de los bosques (LDFS, 2003), para ello es necesario la aplicación práctica de las labores silviculturales, que implica manipular las masas forestales, para el crecimiento, el mantenimiento y la producción o el buen manejo de los bosques (Hawley y Smith, 1972).

Mediante la distribución o el manejo de la densidad, el silvicultor ha sido capaz de alterar el crecimiento en diámetro, la calidad de los fustes e incluso la producción en volumen de los rodales forestales (Daniel *et al.*, 1982), cuyo componente del ecosistema, que se puede manipular y controlar durante su desarrollo.

Dentro de los tratamientos silvícolas están los aclareos, que consiste en la eliminación de árboles de especies comerciales o no, que están en competencia con la especie de interés. En bosques naturales busca reducir la competencia de altas densidades de regeneración, cuando la densidad de la especie deseable es muy elevada (Louman *et al.*, 2001.)

A través de los aclareos, se busca redistribuir el potencial de crecimiento de la masa remanente, controlar su densidad y mejorar su composición, que no es más que acelerar el crecimiento de los árboles dentro del rodal intervenido, por ello, para maximizar el rendimiento en metros cúbicos por hectárea o bien tener arbolado de grandes diámetros, implica el ajuste de la densidad (Andenmatten, y Letourneau, 1999), una de las claves de la silvicultura, que a través de los aclareos el silvicultor concentra la capacidad óptima de árboles en un bosque (Bravo *et al.*, 1997), propiciando una respuesta de incremento en el crecimiento tanto de los árboles individuales y del rodales, dicho termino sobre crecimiento, es un proceso que se busca influir en la silvicultura ya que orienta a un objetivo deseado (Louman *et al.*, 2001).

En efecto, los tratamientos silviculturales modifican la estructura del bosque y van dirigidos a solucionar un problema en específico o bien reducir la intensidad de competencia sobre los árboles de interés, esto a la vez debe estar orientada a un beneficio económico aumentando la tasa de crecimiento y mejorando las condiciones sanitarias del rodal.

Debido a lo anterior, el estudio sobre crecimiento e incremento de árboles y de bosques es de interés de los silvicultores con el propósito de prescribir su respuesta y su influencia a un determinado periodo de tiempo, para un buen manejo de los bosques (Prodan *et al.*, 1997).

Tales incrementos de las variables de un árbol se pueden conocer mediante el crecimiento, es decir, el aumento o elongación de los parámetros del diámetro, altura, área basal y volumen durante un periodo de tiempo. La determinación del crecimiento implica conocer un estado inicial de las variables medibles y un estado final.

Una de las formas de evaluar dicho incremento es mediante las mediciones y remediciones de parcelas permanentes (Imaña, 2008), que se basa en efectuar mediciones periódicas o anuales de parcelas permanentes hasta disponer de un número apropiado de datos, la diferencia de un año y el siguiente año es el incremento de una variable medible.

Para contribuir a generar información para el conocimiento de los efectos de los aclareos sobre el crecimiento de las masas forestales intervenidas, son necesarias las evaluaciones, años tras años. Con respecto a ello, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el crecimiento e incremento de un rodal de *Pinus rudis* como respuesta a diferentes intensidades de aclareo, mediante la evaluación de parcelas permanentes.

Por esta razón este trabajo se justifica el continuar evaluando la respuesta del aclareo realizado en el 2011; evaluar el crecimiento e incremento de las variables diámetros a 0.30, diámetro normal, altura total, altura de fuste limpio, área de copa, área basal, volumen por árbol y por hectárea, así como el índice de esbeltez, determinando si existen variaciones entre tratamientos, mediante los análisis de varianzas en las diferentes intensidades de remoción ( 20 %, 40 % y 60 %) y el testigo, como una manera de contribuir a generar información sobre los efectos de los aclareos en el crecimiento e incremento, para que más adelante se pueda diseñar un régimen de aclareos para la especie del *Pinus rudis* y para la región.

## II OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar el crecimiento e incremento de un rodal de *Pinus rudis* Endl. como respuesta a la aplicación de diferentes intensidades de aclareo a 3 años de aplicado.

### 2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el crecimiento de las variables, diámetro a 0.30 m, diámetro normal (DN), altura total (AT), altura de fuste limpio (AFL), área de copa (AC), área basal y volumen individual y por hectárea; así como índice de esbeltez.
2. Evaluar el incremento de las variables, diámetro a 0.30 m, diámetro normal (DN), altura total (AT), altura de fuste limpio (AFL), área de copa (AC), área basal y volumen individual y por hectárea.

### 2.3 Hipótesis

Ho: No hay efecto de las diferentes intensidades de aclareo en el crecimiento ni en el incremento de las variables, diámetro a 0.30 m, diámetro normal (DN), altura total (HT), altura de fuste limpio (AFL), área de copa (AC), área basal, volumen por árbol y por hectárea; así como índice de esbeltez.

### III REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Descripción de la especie

Nombre y denominación de la especie

Al *Pinus rudis* Endl., se le conoce comúnmente como Pino ocote. En Distrito Federal y Estado de México lo llaman como Pino amarillo o Pino chino; Durango, Ocote blanco y Ocote pardo en Puebla (CONAFOR-CONABIO, 2008).

Martínez (1948) menciona que la especie fue establecida por Endlicher en 1847, pero posteriormente fue subordinada como variedad del *Pinus Montezumae* (*P. Montezumae* var. *rudis* Shaw. Al igual que Perry (1991), lo clasifica de la misma forma, al igual que las especies *Pinus martinezii*, *Pinus douglasiana* Martínez, con la forma macrocarpa. Por otro lado Farjon *et al.* (1997) en su estudio de una guía de campo a los pinos de México y Centroamérica, considera que *Pinus rudis* es sinónimo de *Pinus hartwegii*, y lo describe como una misma especie.

Características de *Pinus rudis* Endl

*Pinus rudis* Endl. es un árbol de 8 a 25 m, con ramas extendidas y frecuentemente torcidas; corteza oscura o marrón, dividida en placas gruesas cuadrangulares. En árboles jóvenes la corteza es áspera y escamosa, ramillas morenas y ásperas, con las bases de las brácteas anchas y fuertes que pronto se desescaman (Martínez, 1948); por lo contrario Perry (1991), menciona que puede llegar a alcanzar los 20 a 30 m de altura y un diámetro que va desde los 40 a 70 cm; con ramas inferiores horizontales en forma caída y ramas superiores ascendentes formando una copa gruesa y redonda.

Hojas generalmente en fascículos de 5, a veces 4 y raramente de 6; de forma rígida y grueso, rígida, ligeramente curvadas, de 10 a 15 cm de largo, generalmente cerca de 14 cm; con márgenes gruesos aserrados, y vainas persistentes de 15 a 20 mm de largo de color marrón oscuro (Perry, 1991).

Conos en forma ovoide, casi simétrica, ligeramente curvada de 10 a 15 cm de largo, en su mayoría miden 12 cm de color marrón oscuro casi purpura-marrón, se asocian en parejas o en grupos de 3 ó 4 con pedúnculos gruesos que permanecen con unas escamas en las piñas basales unidas a la ramita cuando el cono se cae. Se abren en la etapa de madurez durante los meses de invierno y son persistentes (Perry, 1991).

Las escamas por cono son de 50 a 200 aproximadamente, con aperturas delgadas y flexibles o más rígidas, se extienden ampliamente: apófisis más o menos en forma plana transversalmente débil de color purpura marrón o marrón negruzco con umbo plano o deprimido. Las semillas son de 5 a 6 mm de largo, a menudo con manchas negras, con ala articulada (Farjon *et al.*, 1997).

La madera es dura, fuerte, resinosa de color amarillo-blanco y vendido principalmente para maderas de construcción (Perry, 1991).

## **Distribución y hábitat**

### Distribución Geográfica

Martínez (1948) indica que su zona de distribución en México abarca los Estados de Nuevo León, Coahuila, Zacatecas, Tamaulipas, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, México, Michoacán, Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; Sin embargo Perry (1991), también lo reporta en los Estados de Colima, Distrito Federal y Veracruz, además de los ya reportados anteriormente por Martínez; asimismo Farjon *et al.* (1997) indican que también se ha encontrado rasgos en los estados de Durango y Morelos; así como en las tierras altas de Guatemala y Honduras.

### Hábitat

De acuerdo con Perry (1991) *P. rudis* es un pino de las más altas elevaciones, generalmente crece en altitudes de 2200 a 3300 m.s.n.m. muy a menudo se pueden encontrarse árboles que estén a elevaciones más bajas o por encima de

los 3,300 m, se indica ser una especie conservadora por su distribución muy amplia de norte a sur (Noreste de México hasta el centro de Guatemala).

En toda su distribución se ha encontrado que se desarrolla mejor en climas de templado frío con precipitaciones anuales de 1000 mm o más, suelos con buen drenaje, gravoso – arenosos, de origen volcánico (Perry, 1991).

Especies asociadas

Se asocia principalmente con especie como; *Pinus montezumae*, *P. hartwegii*, *P. ayacahuite* var *brachyptera* y *Abies* (Perry, 1991).

### **3.2 Competencia**

Keddy (2012) define la competencia como los efectos negativos que un organismo tiene sobre otro, mediante el acceso de un recurso limitado disponible en el medio ambiente. Cuando la suma de dicha demanda de recursos disponibles de los organismos es mayor que la disponible tienden a competir, llevando a que algunos individuos no logren captar suficiente recursos para su crecimiento y sobrevivencia (Louman *et al.*, 2001)

Esta competencia es uno de los factores manipulables en la silvicultura, aumentando el crecimiento y sobrevivencia de los árboles deseables al reducir la competencia a un número óptimo de árboles.

La competencia es una etapa en que los árboles atraviesan durante su ciclo de vida, con el paso del tiempo sus copas crecen, se amplían y cierran el paso de la luz, precisamente empieza la competencia por los recursos agua, nutrientes, espacio, humedad; en el cual los árboles buscan desplazarse mutuamente y explotan los recursos del espacio ocupado, una razón para la aplicación de aclareos (Gadow *et al.*, 2007; CONAFOR, 2009). Lo anterior es causado por la alta densidad de individuos. Dichos individuos ya sean del mismo o diferentes especies tienen requerimientos similares, y tales necesidades son superiores a las

que se encuentran disponibles en el medio ambiente (Padilla, 1987). La competencia afecta a diferentes etapas de desarrollo de las plantas que puede llevar a la mortalidad a los individuos inferiores, aventajando a los árboles vigorosos ocupando posiciones superiores en el tamaño y normalmente tiene mayores posibilidades de sobrevivir a la competencia futura (Louman *et al.*, 2001).

#### Tolerancia de la especie

La tolerancia relativa es la capacidad que tiene un árbol para competir bajo condiciones de poca iluminación y elevada competencia con otros árboles. La tolerancia a las variaciones del medio es una característica genética que poseen las plantas en sobrevivir y reproducirse en un rango variable de las condiciones climáticas y de suelo (Harold y Hocker, 1984).

La mayoría de los pinos prefieren el pleno sol, aunque algunos funcionan bien en sombra parcial; es decir, son intolerantes a la sombra y por eso tienden a formar masas coetáneas (Gil y Aránzazu, 1993; Juárez y Rodríguez, 2003).

### **3.3 Densidad**

La densidad es definida como una medida de la cantidad de vegetación por unidad de superficie expresada en números de árboles, área basal o volumen por hectárea (Rodríguez, 2014).

Después de la calidad del sitio, el segundo factor de importancia para la determinación de la productividad de un área forestal es la densidad y es uno de los componentes del ecosistema que se puede manipular y controlar durante el desarrollo de la masa arbórea mediante la ordenación o el manejo de la densidad; mediante el manejo de la densidad, el silvicultor es capaz de alterar el crecimiento en diámetro, la calidad de los fustes e incluso la producción en volumen (Daniel *et al.*, 1982). Por esta razón se utiliza como una variable de decisión o control de intervenciones silviculturales, o en modelos de simuladores de desarrollo y crecimiento, también como una variable predictora. La densidad puede expresarse

en términos absolutos o relativos; entre los índices de densidad absolutos está el número de árboles y el área basal por hectárea, uno relativo pueden ser el área basal actual y el área basal de un rodal equivalente de densidad normal (Daniel *et al.*, 1982; Prodan *et al.*, 1997).

Prodan *et al.* (1997) incluye tres conceptos bajo el término Densidad:

Cantidad de vegetación en crecimiento, grado de ocupación del sitio (Stocking) y grado de competencia entre árboles por los elementos del medio (restricción impuesta por los vecinos al libre desarrollo).

Una población demasiado densa no permite un crecimiento y desarrollo adecuado de los individuos que la componen, que se ven obligados a competir entre sí por los recursos de agua, suelo, luz disponible, nutrientes; lo que provoca que los árboles estén débiles y atrayendo sobre sí toda clase de enfermedades y plagas. Existen ocasiones que una población que se encuentra demasiado densa genera problemas graves en el ecosistema (Mesa y Montoya, 1993). Por esta razón es de gran importancia el manejo de la densidad.

### **3.3.1 Métodos de manejo de densidad**

El manejo de la densidad de un rodal es una de las actividades silviculturales que lleva a cabo el técnico para ejercer control sobre la densidad de una población de una masa arbórea (Arias, 2004). Han surgido varios métodos para evaluar la densidad de un rodal, algunos de los cuales a continuación se describen:

#### **Método ocular**

Considerado como la máxima densidad de un rodal equivalente del máximo crecimiento, debido a que se lleva a cabo estimaciones mediante observaciones de la espesura del dosel y el desarrollo general de la copa de los árboles (Daniel *et al.*, 1982).

### Métodos de la tabla de rendimiento normal

Se obtiene a partir de rodales de edad uniforme, utilizada comúnmente para medir la densidad de los rodales. Este método considera que la densidad de un rodal en particular, expresa la relación entre su área basal, el número de árboles o el volumen, con los valores de la tabla de rendimiento normal (Daniel *et al.*, 1982).

### Índice de densidad de Reineke

Método conocido también como Índice de densidad de rodal. Reineke declara que cualquier rodal puro, totalmente poblado, de la misma edad y que presente un diámetro normal promedio del rodal, tiene aproximadamente igual número de árboles que cualquier otro rodal con las mismas características y de la misma especie (Daniel *et al.*, 1982; Bravo *et al.*, 1997). Se expresa en una relación entre los números de árboles por unidades de superficie y su diámetro medio cuadrático.

Se presenta de la siguiente manera a través de la expresión:

$$N = B_0 * D^B$$

En su forma logarítmica se tiene:

$$\log N = \log B_0 + B_1 * \log D$$

Donde N es el número de árboles por hectárea, D el diámetro medio cuadrático y  $B_0$  y  $B_1$  son parámetros (Bravo *et al.*, 1997).

Uno de varias aplicaciones prácticas del índice de densidad de Reineke (IDR), es acerca de los aclareos en los rodales para el manejo de la densidad, ya que permite establecer límites inferiores y superiores del área basal deseable mediante la determinación de número de árboles apropiado para una población de cualquier clase y tamaño (Daniel *et al.*, 1982).

### Factor de competencia de copas (FCC)

Krajicek *et al.* (1961) definen como la suma de las áreas máximas de copa que alcanzan todos los individuos en una masa entre el área que ocupan y como una

correlación que existe entre la amplitud de la copa de un árbol que creció en un espacio libre de competencia y su diámetro; si todos los árboles crecieran en un espacio todo ocupado pero con un buen desarrollo en FCC sería igual a 100 (Daniel *et al.*, 1982; Prodan *et al.*, 1997). Este método fue diseñado para calcular el espacio máximo y mínimo que es necesario para que un árbol pueda sostener su sitio dentro de un rodal (Krajicek *et al.*, 1961).

#### Método de porcentaje de altura

Desarrollado en (1955), donde indica que un árbol cuya altura de 15 m, su porcentaje de copa es de 22 % y la distancia entre árboles será entonces de 3.3 m; este porcentaje de altura depende principalmente de la especie y su tolerancia a la sombra y los objetivos del manejo (Daniel *et al.*, 1982).

#### Método de D más

Consiste en que la distancia en pies que existe entre los árboles debe ser la misma que el diámetro promedio expresado en pulgadas más una constante. Sin embargo la falla de este método es el complemento del valor constante ya que no aprueba mantener una cierta densidad. Puesto que un rodal joven es demasiado denso lo contrario de uno maduro (Daniel *et al.*, 1982).

### **3.4 Aclareos**

Un aclareo es un tratamiento silvícola, que consiste en la remoción de una parte de los árboles en un bosque inmaduro, con la finalidad principal de redistribuir el crecimiento hacia la masa residual, dejando una densidad óptima de número de árboles, para la obtención de madera de calidad. Este tratamiento se aplica a lo largo del ciclo productivo, para dejar a la masa forestal en mejores condiciones de densidad, sanidad y vigor, además de que contribuye en su adecuado desarrollo y productividad forestal en la corta final (Hawley y Smith, 1972; Padilla, 1987; Armendáriz y Tena, 2004; Vásquez 2007).

Para lograr el objetivo de maximizar el rendimiento en metros cúbicos por hectárea, o bien, tener arbolado de grandes diámetros de madera para aserrío, implica el ajuste de la densidad (Andenmatten y Letourneau, 1999), una de las claves de la silvicultura, a través de los aclareos es que el silvicultor concentra la capacidad óptima de árboles en un bosque (Bravo *et al.*, 1997).

Algunos propósitos y objetivos de los aclareos (Daniel *et al.*, 1982):

- Rescatar y utilizar los recursos maderables que, de otra manera, se perderían debido a la mortalidad natural.
- Aumenta la producción comercial, al concentrar el crecimiento del volumen en pocos y mejores árboles.
- Los rodales raleados tienen una producción más valiosa.
- Aceleran el crecimiento e incremento obteniendo un mayor rápido ingreso para el propietario.

En vista de la importancia de los aclareos en el control de la población o número de árboles; es de suma importancia que el técnico forestal comprenda los principios y métodos esenciales del aclareo. Un cierto rodal puede sustentar miles de plántulas por hectárea; más sin embargo pocos árboles maduros, de modo que todo rodal completamente poblado experimenta durante su desarrollo una reducción en el número de individuos a medida que pasan los años. Esta mortalidad es la base principal del raleo (Daniel *et al.*, 1982).

### **3.4.1 Tipos de aclareos**

Generalmente los aclareos se practican considerando como el mejor indicador la posición sociológica del árbol dentro del rodal, donde un árbol puede ser clasificado como suprimido, codominante o dominante, según la posición de su copa en un estrato inferior, intermedio o superior respectivamente. Otras formas de aclareos no se toman en cuenta la perspectiva sociológica que ocupa un árbol dentro del rodal (Vásquez, 2007).

De acuerdo con Hawley y Smith (1972), existen cuatro tipos de aclareos que son: por lo bajo, por lo alto (de copas), de selección y mecánico; por su parte (Daniel *et al.*, 1982), mencionan además de los anteriores el denominado aclareo libre; sin embargo se encuentran también los aclareos mixtos y la sistemática (Meson y Montoya, 1993).

Aclareo por lo bajo: es la más recomendable desde el punto de vista estético, se extraen todos los individuos plagados, mal conformados, muertos y dominados de la masa arbórea y, en ocasiones algunos codominantes para el desarrollo y crecimiento del resto. Extraer individuos con características mencionados anteriormente trae consigo consecuencias como obtener maderas con dimensiones que no tenga mercado es por esta razón que estas claras deberían aplicarse solamente en etapas de cortas de regeneración (Meson y Montoya, 1993).

Aclareo por lo alto: se basa en el corte de aquellos individuos codominantes y dominantes, se extrae madera de mayor dimensión y valor económico, y además los árboles que más compiten entre ellos. Es recomendable para aquellos rodales que tengan entre los 10 y 20 cm de diámetro (Meson y Montoya, 1993).

Aclareo mixto: es un aclareo intermedio entre el aclareo por lo bajo y por lo alto; se extraen tanto árboles dominantes y codominantes defectuosos, al igual que los suprimidos o dominados y que no alcanzarían permanecer en el siguiente aclareo, perdiéndose si no se extraen (Meson y Montoya, 1993).

Aclareo selectivo: este aclareo consiste en eliminar todos los árboles de clase dominantes, de modo que se liberan árboles que pertenecen a los estratos superiores e intermedios, las que se convertirían en futuros árboles comerciales; es una alternativa muy económica en condiciones de mercado difíciles ya que se cortan pocos pies, además son de buena dimensión (Daniel *et al.*, 1982; Meson y Montoya, 1993).

Aclareo mecánico: este método elimina árboles sin tener consideración en cuanto a clase de copa, la calidad o las características generales de los individuos. Existen tres formas de aplicación de este aclareo (Daniel *et al.*, 1982).

- Se utilizan guías de espaciamiento, de modo que todos los árboles que se encuentren dentro de un radio determinado o alrededor de un árbol seleccionado, serán extraídos.
- El raleo por surco se emplea en aquellas plantaciones en las que en un determinado tiempo se eliminan surcos.
- En rodales de estado de plántulas, cuya densidad es excesiva, se lleva a cabo mediante un bulldozers que elimina ciertas partes en forma de un tablero de ajedrez y por consiguiente se ralean a mano los pequeños grupos de plántulas restantes.

Aclareo sistemático: Meson y Montoya (1993) mencionan que este método se lleva a cabo generalmente en repoblaciones artificiales o en masas muy densas. La cual consiste en seguir un esquema establecido sobre el terreno, en el cual la calidad de los árboles no se considera, más bien se rige por aclarar la masa cortando una fila en cada cierto número de filas (Meson y Montoya, 1993; INIFAP, 2012).

Aclareo libre: Como su nombre lo indica, no se apega a ningún método mencionados anteriormente. Los árboles se eliminan a criterio del técnico a lo que es mejor para el desarrollo del rodal (Daniel *et al.*, 1982).

### **3.4.2 Grados de aclareos**

Los grados de aclareos se han definido mediante la indicación de que clases deben ser cortados. En esta definición el número de árboles que se deja dependerá de las condiciones del rodal antes del aclareo. Es por esto que se han utilizado, por ejemplo el área basal extraída, expresada en porciento antes del

aclareo; asimismo, el número de árboles y el volumen; por otra parte estos índices son relativos, dependiendo de la densidad inicial del rodal (Musalem, 1989).

Es una práctica designar a los grados de aclareo, para el aclareo por lo bajo con A, B, C y D, indicando con A un aclareo ligero donde se extraen solamente árboles suprimidos y muertos; mientras que con D se designa un aclareo fuerte, con el cual se cortan todos los suprimidos, intermedios, además parte de los codominantes (Musalem, 1989).

#### **3.4.3 Efecto de aclareos en árboles para especies tolerantes y no tolerantes**

En especies tolerantes y no tolerantes, el efecto de los aclareos en forma individual se manifiesta en el crecimiento del diámetro principalmente, poca o nula en el efecto del crecimiento de la altura, copas con mayor longitud ya que los árboles residuales tienden a ser de copa amplia por el espacio que ocupan entre pocos árboles. Además de lo anterior, también se ha visto perturbado en cuanto a la cantidad y calidad de la madera. Un aclareo fuerte puede generar mayor ramas bajas, permaneciendo mayor tiempo sobre el árbol, por lo tanto, nudos gruesos y madera poco densa por el crecimiento en diámetro acelerado (Musalem, 1989).

#### **3.4.4 Efecto de aclareos en rodales para especies tolerantes y no tolerantes**

En el caso del rodal, los efectos que pueden experimentar ante un aclareo son: surgimiento de las hierbas por la entrada de la luz en el dosel, así como también en la aceleración de la descomposición de la materia orgánica por el aumento de la temperatura del suelo. Reduce la mortalidad natural de las especies, incrementa la longitud de copas y como consecuencia un aumento de la superficie fotosintética del árbol (Musalem, 1989).

#### **3.4.5 Evaluación de crecimiento e incremento de los árboles forestales**

El crecimiento de los árboles puede ser medido a través de la modificación a un mayor valor de la dimensión de cualquier característica medible como el diámetro, área basal, altura, volumen (en función del tiempo); dicho crecimiento se refleja en

el aumento de los tejidos de floema, xilema, tallo y parénquima, con el paso del tiempo, en la cual se produce con la suma de la división celular, a esta característica se le denomina incremento (Imaña, 2008).

Lo anterior implica conocer el estado inicial medible de la magnitud así como un estado final y el tiempo transcurrido entre un estado y otro; algunas formas de estimar el incremento es por medio de: estudios de anillos de crecimientos y por mediciones y remediciones de parcelas permanentes (Imaña, 2008).

### **3.5 Trabajos afines**

Ruíz *et al.* (1996) en una plantación de *Pinus caribaea* var. hondurensis de 8 y 11 años, localizado en La Sabana, Tuxtepec, Oaxaca, evaluaron el efecto de un aclareo por lo bajo a diferentes intensidades (20 %, 40 %, 60 %, 80 % y un testigo), bajo un diseño completamente al azar, sobre una densidad inicial de 2500 árb. ha<sup>-1</sup> y en las mayores intensidades de aclareo, encontraron mayores incrementos absolutos en diámetro normal en ambas edades.

En un ensayo de aclareos para *Pachira quinata* (Jacq.), ubicado en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica Chávez y Mora (2010), evaluaron incrementos en diámetro, área basal y altura llevando a cabo cuatro periodos de aclareos a las edades de 5, 7, 10 y 13 años, sometiendo a diferentes intensidades de aclareo dejando un área basal remanente de 14, 17 y 20 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (aclareos fuerte, moderado y leve, respectivamente) y un tratamiento testigo, bajo un experimento de bloques al azar; encontraron que el crecimiento en diámetro y área basal, fue mayor en aquellos tratamientos donde se ejerció un aclareo fuerte y moderado, en comparación con los aclareos leves y testigo los cuales reportaron menores incrementos.

Armendáriz y Tena (2004), con el objetivo de definir la densidad que mejor respuesta presente en cuanto a crecimiento y desarrollo de *Pinus arizonica*, ubicado en la región sur macizo forestal, Chihuahua, establecieron sitios

permanentes de 100 m<sup>2</sup> con densidades de (1100 árboles ha<sup>-1</sup>, 1600 árboles ha<sup>-1</sup>, 2500 árboles ha<sup>-1</sup> y un testigo), a los tres años de establecido el experimento demostraron una mejor respuesta a los tratamientos aplicados, resaltando un mayor crecimiento en volumen, donde se aplicó una densidad de 1600 árboles por hectárea, por el contrario en el testigo su incremento fue negativo debido a la mortalidad; pudiéndose concluir con esto que los aclareos si son importantes y necesarios en rodales densos de *Pinus arizonica*.

En Callipuli, Chile, Espinosa *et al.* (1994) evaluaron el efecto del aclareo en el crecimiento de los árboles aplicado a un rodal de *Pinus radiata* a una edad de 6 años, con una densidad residual de 400 (T1), 600 (T2), 800 (T3), 1200 (T4) y 1500 árboles ha<sup>-1</sup> (Testigo); seis años después de aplicado el tratamiento se encontró que a las parcelas fuertemente aclaradas tuvieron mayor incremento individual mediante el aumento del diámetro normal o el volumen del fuste.

En un ensayo de aclareos llevado a cabo por Pérez *et al.* (S/F.) en la región Posada Misiones, Argentina, evaluaron el crecimiento y producción de parcelas de *Grevillea robusta* de 7 años de edad. Las intensidades del tratamiento fueron: Testigo, 15 %, 27 % y 40 %, donde hallaron diferencias significativas en el incremento del diámetro, área basal y volumen, de acuerdo al aclareo fuera más intenso; no así para la variable altura ya que no hubo diferencias sin importar la intensidad o del testigo.

En una investigación llevada a cabo por García y Rodríguez (1993), en el campo experimental forestal, en San Felipe-Bacalar, Quintana Roo, México, sobre cortas intermedias en sitios de vegetación secundaria de seis años de edad, con el propósito de conocer y contribuir en el conocimiento de los efectos de la remoción sobre los incrementos en diámetro, altura total y área basal de las especies *Dendropanax arboreus* y *Lysiloma Bahamensis* aplicaron tratamiento de remoción de: 0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 90 % de intensidad. A dos años de aplicados, hallaron que las cortas ejercen un efecto positivo en los incrementos en diámetros

puesto que se obtuvieron los mayores incrementos en aquellos de 50 y 75 % de intensidad de remoción, en *Dendropanax arboreus* y para *Lysiloma Bahamensis* fueron los tratamientos 50 % y 25 %; no obstante, en la altura total se tuvo una respuesta no afectado por el aclareo en el caso de *Lysiloma Bahamensis* ya que tuvo mayores incrementos el testigo y el 75 % para *Dendropanax arboreus*. Por último en área basal las mejores respuestas la tuvieron las de 50 % y 75 % para ambas especies.

Goche *et al.* (2003) valoraron los efectos de aclareo por lo bajo sobre la densidad básica de la madera y ancho de sus anillos en dos rodales naturales de *Pinus patula* Schl et Cham., en dos calidades de estación. La primera es una calidad de estación alta con sitio de clase I; y la segunda con calidad de estación baja y sitio de clase IV, ambas localidades se encuentran ubicados en la provincia fisiografía “Sierra Madre Oriental” México. En la primera se aplicó un aclareo de 15 % y la segunda 20 % de intensidad. A los 3 y 5 años después, se analizó las variables mencionados anteriormente, antes y después de la aplicación de los tratamiento, donde se encontró que en el sitio de calidad alta, produjo resultados desfavorables, puesto que en lugar de incrementar la densidad y ancho de los anillos se redujo; al igual que en el sitio de calidad de estación baja, se obtuvo el mismo resultado en la densidad de la madera, pero en el ancho de los anillos adquirió un ligero incremento. Por lo anterior, concluyen que los aclareos y la calidad de estación no influyen en la densidad de madera, puesto que la variación en densidad se obtiene durante los primeros años de edad.

La apertura del dosel por aclareos, conlleva a una reacción favorable hacia los árboles, independientemente de la especie de que se trate, principalmente en rodales en estado de plántulas de edad pequeña, en efecto la aplicación de aclareos intervienen sobre el crecimiento de las poblaciones de los árboles; no obstante la respuesta de los árboles al tratamiento no ocurre en un tiempo breve, ya que también se encuentra regido por los factores edáficos y genéticos (FAO, 1993).

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Antecedentes del área de estudio

Rivas (2013) aplicó diferentes grados de aclareo a un rodal de *Pinus rudis* Endl. en la etapa de crecimiento de monte bravo, localizado en la pequeña propiedad Rancho San José de la Joya, en el municipio de Galeana, Nuevo León. El objetivo fue conocer la respuesta de aclareos con 20 % de remoción (T2), 40 % de remoción (T3), 60 % de remoción (T4) y con un testigo con 0 % de remoción (T1). El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar, cuyo factor de bloqueo es la pendiente; con cuatro tratamientos (las cuatro intensidades) y cuatro bloques (repeticiones).

Se aplicó el aclareo por lo bajo donde se eliminaron los árboles suprimidos, intermedios y codominantes de acuerdo a la intensidad de aclareo correspondiente a cada una de las parcelas. Las proporciones de los aclareos se definieron de una manera conservadora para proteger en cierta medida la cobertura del suelo tomando en cuenta también la mortalidad que pudiera haber por los diferentes agentes patogénicos y factores adversos; por lo que se consideró el 0 % de remoción para el testigo o tratamiento uno; 20 % para el tratamiento dos, como la remoción más baja; 40 % en el tratamiento tres, como la remoción intermedia; y 60 % en el tratamiento cuatro, como la remoción más fuerte; abarcando una superficie de 1 hectárea del área de estudio.

Después que fueron distribuidos los tratamientos en forma aleatoria dentro de los bloques en las unidades experimentales, se realizó una cuadrícula en cada unidad experimental (25 m por 25 m), formando 25 cuadrantes de 5 m por 5 m (25 m<sup>2</sup>), que para las evaluaciones se llamaron muestras; se identificó cada cuadrante con un número en forma ascendente y en espiral del 1 al 25, de tal forma que el cuadrante 25 quedaron en el centro de la unidad experimental. Una vez enumeradas se empezó a contar el número total de árboles que se encontraron presentes en dicho cuadrante. De acuerdo a esto se aplicó la intensidad que le

correspondía a esa parcela, donde el número de árboles a remover estuvo en función del número de árboles existentes en el cuadrante y a la intensidad de corta que le correspondía. El mismo procedimiento se realizó para cada una de las unidades experimentales de cada uno de los bloques a excepción de aquellos que les tocó ser el testigo.

Los árboles que no fueron removidos se pintaron con un cinturón blanco a la altura de 0.30 y del diámetro normal, y fueron aquellos árboles que tuvieran diámetro a la altura de 1.30 m (que pase esta categoría de altura), los que tuvieran menos altura se quitaron y solamente se quedaron aquellos que fueron necesarios para la protección de claros, con el fin de repetir anualmente las mediciones del diámetro sobre la misma zona del fuste.

En el año 2013, se realizó la primera evaluación para conocer la respuesta de las remociones realizadas en este experimento. Al igual que en el año 2014 se llevó a cabo la segunda evaluación. Los datos obtenidos de dichas evaluaciones permitieron obtener los primeros los efectos de los aclareos.

El presente trabajo es la tercera evaluación sobre los efectos en el crecimiento e incremento de las variables diámetro a 0.30 m, diámetro normal, altura total, altura de fuste limpio, área de copa, así también con alguno de dichos variables se calculó el índice de esbeltez, el área basal y a partir de la ecuación local de volumen, se calculó los volúmenes por árbol y posteriormente se extrapoló a hectárea, como respuesta a la aplicación del aclareo.

#### **4.2 Localización del área de estudio**

El experimento se encuentra establecido en la localidad San José de la Joya, Galeana, Nuevo León, en el predio perteneciente al C. Víctor Caballero Valencia, cerca del mismo poblado. El experimento tiene su centro en las coordenadas 24° 53' 20" de latitud Norte y 100° 15' 04" de longitud Oeste (Díaz, 2002).

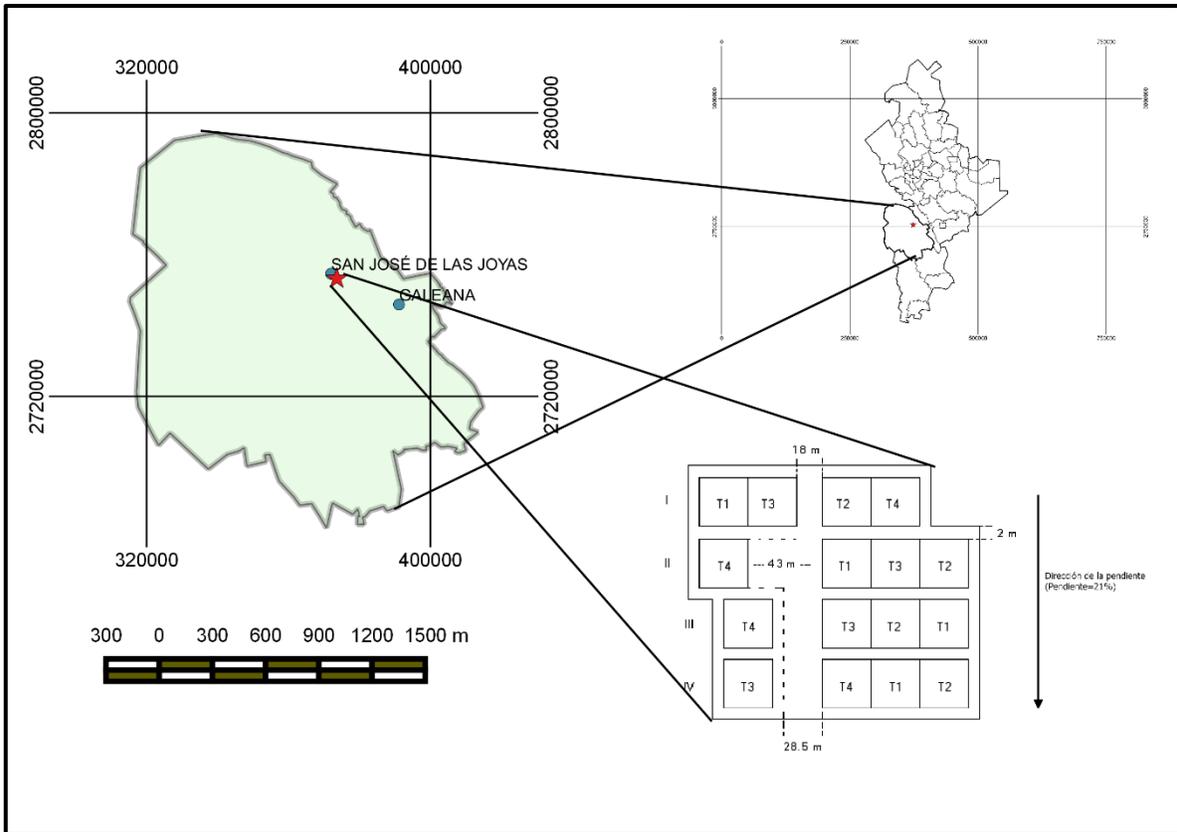


Figura 1. Localización del área de estudio en San José de la Joya, Galeana, Nuevo León.

El área seleccionada se encontraba bajo el régimen de manejo del método de desarrollo silvícola, donde la densidad de árboles padres es escasa debido a que varios árboles fueron extraídos por presentar infecciones de muérdago enano (*Arceuthobium sp*) (Díaz, 2002).

### Fisiografía

Se encuentran dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y de la subprovincia Gran Sierra Plegada; con rangos de temperatura de 8 a 22° C y precipitaciones de 200-800 mm. Predominan suelos Litosoles y Rendzina, que se caracterizan por ser pocos profundos. En las partes medias y altas de las serranías predominan climas templados subhúmedos con lluvias en verano, dando lugar a zonas de pino y encino con chaparrales (Contreras, 2007).

## Clima

La región donde se localiza el área de estudio comprende un clima templado subhúmedo C (Wo) x', temperatura media anual entre 12° y 18°C, con temperatura del mes más frío entre -3°C y temperatura del mes más caliente bajo 22° C, cuya precipitación en el mes más seco menor de 40 mm. Lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2 % del total anual (CONABIO, 1998).

## Suelo

De acuerdo con la información contenida en la carta edafológica, en el área de estudio, prevalece el suelo litosol, caracterizado por ser poco profundo menor de 10 cm, limitada por la presencia de piedra o caliche endurecido (INIFAP-CONABIO, 1995). Su productividad natural y su susceptibilidad ante la erosión son variadas, dependiendo de los factores ambientales. El uso de este suelo depende principalmente de la vegetación, que por lo general son bosque y selvas, es decir de potencial forestal (INEGI, 2004).

### **4.3 Características del área de estudio**

Díaz (2002) en su estudio, estableció el experimento, los criterios para seleccionar el área fueron: una homogeneidad de la regeneración, excluyéndose de los árboles maduros y que no presentara variación en la exposición. Las dimensiones de los bloques son de 100 m de longitud por 25 m de ancho, se delimitó cuatro bloques con dos metros de separación de cada uno de ellos, con una hectárea de superficie del experimento.

#### **4.3.1 Diseño experimental**

El experimento se encuentra establecido bajo un diseño de bloques al azar, formado por cuatro bloques (cuatro repeticiones), distribuidos de acuerdo al gradiente de variación que fue la pendiente, cada bloque se encuentra dividido en cuatro parcelas (unidad experimental) de 25m por 25m, posicionados los tratamientos en forma aleatoria, cada bloque se encuentran separados por un camellón de dos metros (Figura 2).

### 4.3.2 Modelo estadístico

El modelo experimental se muestra a continuación (Montgomery, 1991):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Observación del  $j$ -ésimo bloque bajo el tratamiento  $i$ -ésimo,  $i=1,2,..t$

$\mu$  = media poblacional

$\tau_i$  = efectos de tratamientos

$\beta_j$  = efectos de bloques

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental

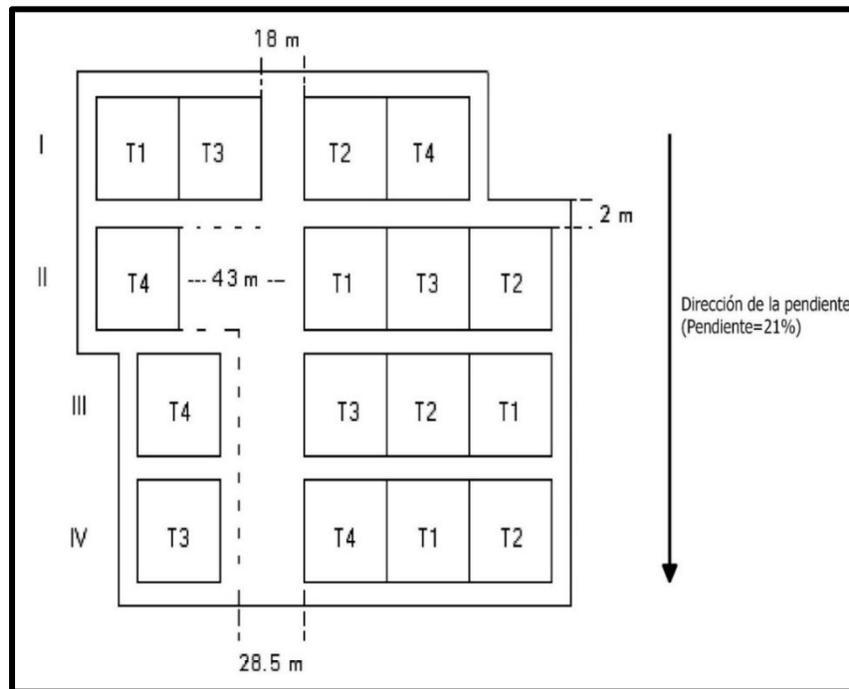


Figura 2. Parcelas con sus tratamientos en el área experimental. T1 (Testigo), T2 (20 % de remoción), T3 (40 % de remoción) y T4 (60 % de remoción); I, II, III y IV son bloques (Díaz, 2002).

Después que fueron distribuidos los tratamientos en forma aleatoria dentro de los bloques, se realizó una cuadrícula en cada unidad experimental (parcela de 25 m por 25 m), formaron 25 cuadrantes de 5 m por 5 m (25 m<sup>2</sup>), cuyo objeto es la facilitación del conteo de los árboles y así mismo las evaluaciones que se efectuarán los años posteriores; los cuadrantes se encuentran enumerados en

forma ascendente y en espiral del 1 al 25, de tal forma que el cuadrante 25 quedó en el centro de la unidad experimental (Figura 3) (Díaz, 2002). Posteriormente la primera evaluación se efectuó dentro de una subparcela (unidad efectiva de medición de 15 m por 15 m), dejando una franja de protección a los cuadrantes de 1 al 16, con la finalidad de evitar efectos de orilla, por una exposición mayor intensidad de luz. La evaluación del presente trabajo se realizó en los cuadrantes llevados a cabo en los años anteriores, ya que los árboles se encuentran marcadas con anillo de pintura blanca en el diámetro a 0.30 m y el diámetro normal. Al igual, para la toma de datos para esta evaluación del 2015, y nuevamente se delimitaron los bloques y parcelas colocando estacas en cada esquina lo mismo se hicieron también en los cuadrantes para la toma de datos de los árboles.

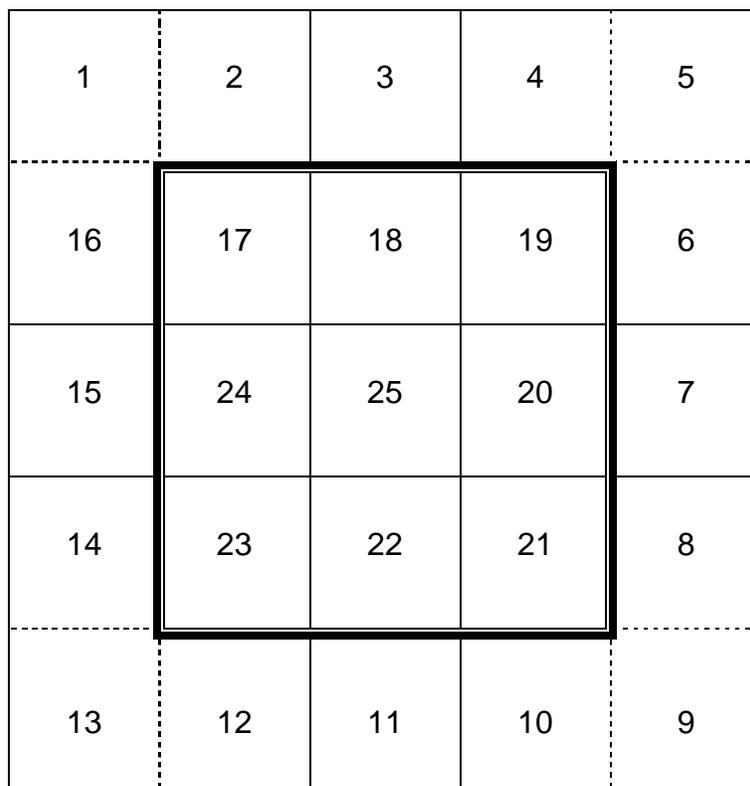


Figura 3. Esquema de una parcela (unidad experimental de 25 m x 25 m), donde la subparcela (unidad efectiva de medición de 15 m x 15 m, marco más ancho) está constituida por cuadrantes (de 5 m x 5 m) 17 al 25 y del 1 al 16 constituyen la franja de protección.

#### 4.4 Metodología en campo

Para la determinación del crecimiento se llevó a cabo la tercera evaluación a aquellos árboles que se encontraban dentro de cada una de las subparcela de 15 x 15 m dentro de cada unidad experimental (parcela) de los cuatro bloques.

Cuadro 1. Variables evaluadas y equipo utilizado

Variable	Unidad de medida	Precisión	Equipo
Diámetro a 0.30	cm	mm	Cinta diamétrica
Diámetro normal	cm	mm	Cinta diamétrica
Altura total	m	mm	Regla telemétrica
Altura de fuste limpio	m	mm	Regla telemétrica
Diámetro de copa	cm	mm	Cinta diamétrica

Con las variables anteriores se estimó lo siguiente:

El área basal del árbol individual, se utilizó el diámetro normal a través de la siguiente fórmula:

$$AB= 0.7854* DN$$

Dónde:

AB= Área basal

DN=Diámetro normal (m)

Para el caso del volumen individual se obtuvo mediante la ecuación de la tabla de volumen generado por Santiago (2013), el modelo que se utilizó fue el de Schumacher, utilizando las variables altura total y diámetro normal. A continuación se presenta dicha ecuación:

$$V= (0.000070)*(D^{1.788263})*(H^{1.063537})$$

Dónde:

Vol.= Volumen (m<sup>3</sup>)

DN= Diámetro normal (cm)

HT=Altura total (m)

También se obtuvo el valor del índice de esbeltez, que fue de la siguiente manera:

$$IE= AT/DN$$

Dónde:

IE= Índice de esbeltez

AT= Altura total (m)

DN= Diámetro normal (cm)

Posteriormente se generó el valor del área de copa, con los valores del diámetro de copa mayor y menor se estimó el promedio, tal valor es el que se utilizó en la fórmula de un círculo:

$$AC= (3.141593*(AC)^2)$$

Dónde:

AC=Área de copa (m<sup>2</sup>)

PDC= Promedio de diámetro de copa (m)

Por último se extrapolaron los valores individuales de área basal y volumen, hacia valores de hectárea, para ver el efecto del aclareo, en arboles individuales y por hectárea.

#### **4.5 Análisis estadístico**

Se capturaron los datos con sus respectivos bloques, tratamientos y cuadrantes en el programa estadístico Excel. Posteriormente se generó una nueva base de datos, con los promedios de las variables (Diámetro a 0.30 cm, diámetro normal, altura total, altura de fuste limpio, área de copa, volumen y área basal individual e índice de esbeltez), con ello se estimó datos como, número de individuos árboles por hectárea, volumen y área basal.

Posteriormente y antes de realizar el análisis, se realizó un análisis de covarianza, donde se definió a la densidad inicial como covariable. Lo anterior para descartar efecto de la densidad que existía antes de haber aplicado los tratamientos de aclareos. Dicho análisis se realizó con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  para cada variable analizada. Si en dicho análisis no se mostró efecto de la covariable, se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA) para el diseño de bloques al azar.

Para el ANOVA, se utilizó a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , para contrastar la hipótesis nula de que las medias de los diferentes tratamientos son iguales.

Para analizar el crecimiento e incremento de las variables evaluadas, los datos promedios de las variables fueron sometidos al procedimiento del análisis de varianza (ANOVA) mediante el paquete estadístico STATISTICA 7, el análisis de datos por medio del con un nivel de significancia de ( $\alpha=0.05$ ); aquellas variables en las que se presentó diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a realizar un análisis de comparación de medias, a través de la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ .

#### **4.6 Cálculo de los incrementos**

Para el caso de los incrementos de las variables, se realizó con respecto a evaluaciones hechas en los años 2013 y 2014, las diferencias en cada una de las variables con respecto a la evaluación presente (año 2015), representaron el incremento en cada una de ellas. Para determinar si existe efecto de los tratamientos sobre los incrementos de dichas variables, se procedió a realizar el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ) y la prueba de separación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ), en caso de presentarse efectos entre los tratamientos.

## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Densidad del rodal actual y antes de la aplicación del aclareo

El análisis de varianza (ANOVA  $\alpha=0.05$ ), no mostró diferencias significativas ( $Pr=0.856$ ; Anexo 1), para la densidad antes de la aplicación del tratamiento. La densidad de cada parcela antes de la aplicación del aclareo eran muy similares y además, como se puede observar (Cuadro 3), el testigo es el que tiene menor arbolado por  $ha^{-1}$ .

Cuadro 2. Cambios de densidad (número de individuos por  $ha^{-1}$ ) antes de la aplicación del aclareo (año 2011) y el año 2015 a 3 años de aplicado.

Tratamiento (T)	Densidad promedio de las parcelas antes de la aplicación del aclareo (Individuos $ha^{-1}$ )	Densidad promedio de las parcelas después de 3 años de aplicado el tratamiento (Individuos $ha^{-1}$ )
T1 (Testigo)	6400	4998
T2 (20 %)	6866	4856
T3 (40 %)	7200	3496
T4 (60 %)	6600	2388

Por otra parte el análisis de varianza (ANOVA  $\alpha=0.05$ ) para la densidad residual, mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $Pr>0.001$ ), para la densidad por hectárea de la presente evaluación (año 2015), así pues, el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), presentó dos grupos de medias (Cuadro 4), los tratamientos del 40 % y 60 %

forman el primer grupo, siendo el 40 % de remoción el que presenta el mayor número de individuos por ha<sup>-1</sup> (3496), mientras que los tratamientos del 40 %, 20 % y el testigo forman el segundo grupo, donde el testigo muestra el mayor número de árboles por ha<sup>-1</sup> (4998); Por otro lado, la mayor diferencia se encuentra entre el tratamiento del 60 % y el testigo (Cuadro 4).

Cuadro 3. Comparación de medias de Tukey con ( $\alpha= 0.05$ ), para la densidad (Número de árboles ha<sup>-1</sup>), después de 3 años de la aplicación del aclareo.

Tratamiento (T)	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> ) (2015)	Agrupación Tukey*
60 % (T4)	2388	a
40 % (T3)	3496	ab
20 % (T2)	4856	b
Testigo (T1)	4998	b

\*Letras iguales=Estadísticamente iguales

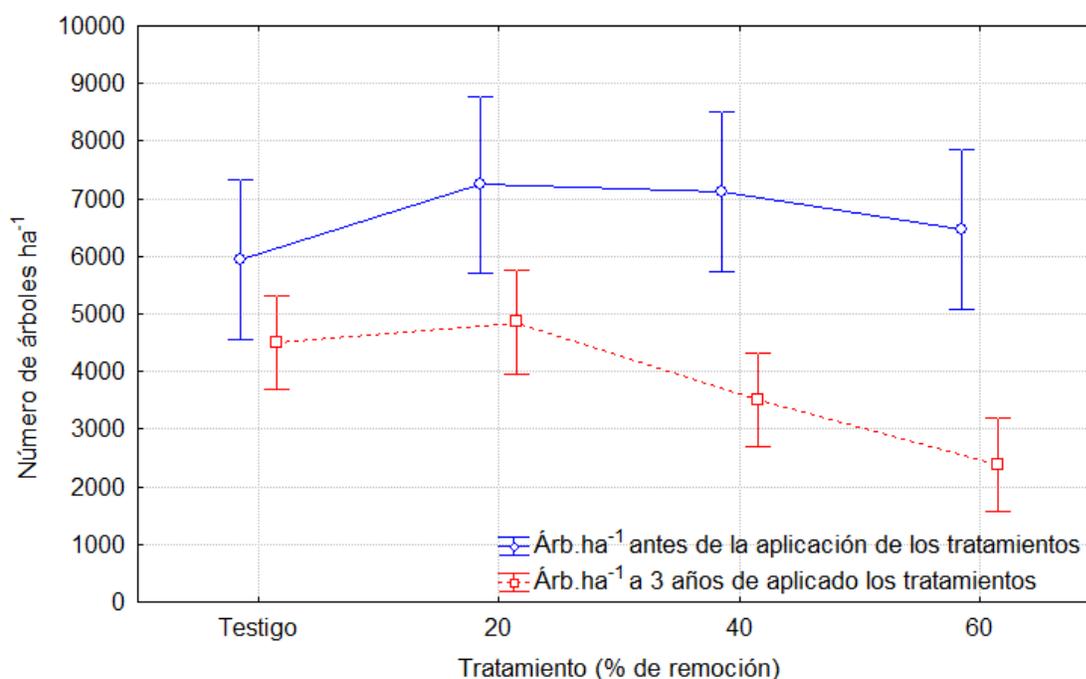


Figura 4. Densidad (Número de árboles ha<sup>-1</sup>), en las diferentes intensidades de aclareo antes de los aclareos y a 3 años de aplicado.

## 5.2 Variables dasométricas por tratamiento

### 5.2.1 Diámetro promedio a 0.30 m

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto para la covariable, (densidad inicial) ( $Pr=0.884$ ; Anexo 2), sin embargo se encontró diferencias significativas en esta variable (diámetro a 0.30 m).

De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA  $\alpha=0.05$ ) para el diámetro a 0.30 m, presentó diferencias significativas ( $Pr=0.042121$ ; Anexo 3); por lo tanto el análisis de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), mostró dos grupos de medias (Cuadro 5), el primer grupo de medias está formado por los tratamientos 20 %, 40 % y el testigo, siendo el 40 % el que mostró mayor promedio (12.56 cm), el segundo grupo lo conforman los tratamientos 20 %, 40 % y 60 %, en el cual el 60 % de remoción presenta el mayor promedio (13.59 cm); no obstante, la mayor diferencia lo presentan el tratamiento 60 % y el testigo (Cuadro 5).

Cuadro 4. Comparación de medias de Tukey con ( $\alpha= 0.05$ ), para el diámetro a 0.30 m como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.

Tratamiento (T)	Media (cm)	Agrupación Tukey*
Testigo (T1)	11.42	a
20 % (T2)	12.34	ab
40 % (T3)	12.56	ab
60 % (T4)	13.59	b

\*Letras iguales= Estadísticamente iguales

El diámetro a 0.30 m mostró una tendencia a disminuir a medida que la densidad residual es mayor. El tratamiento más intensamente aclareado (60 %), fue el que tuvo la mejor respuesta, alcanzando un valor promedio de 13.59 cm. Además el crecimiento en diámetro a 0.30 m es más rápido, lo mismo que Bickerstaff (1946), citado por Daniel *et al.* (1982), demostró que los aumentos de crecimiento diámetro logrados mediante claras severas de *Pinus resinosa* son mayores a la base del tronco y se hacen progresivamente menores desde el suelo hacia arriba.

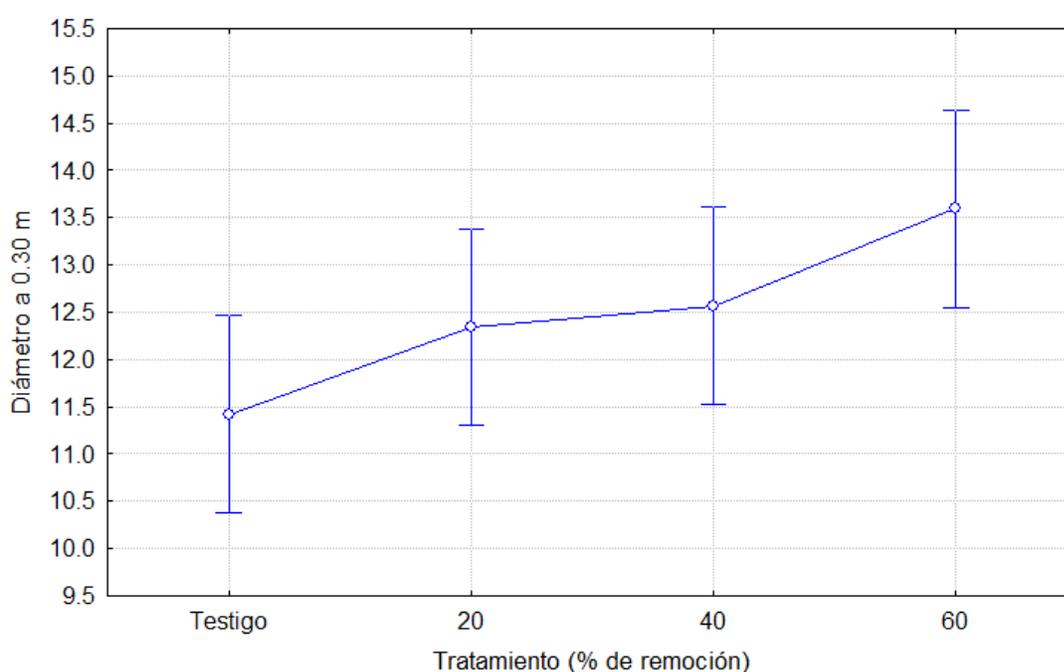


Figura 5. Diámetros promedio a 0.30 m por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya Galeana N.L.

Los resultados encontrados coinciden con los trabajos realizados por Espinoza *et al.* (1994), Sánchez (2000), Díaz (2008), Díaz *et al.* (2012), donde encontraron mejores respuestas de crecimiento en diámetro donde se aplicó un aclareo fuerte, debido a esto, los aclareos intensos estimulan el crecimiento en diámetro, siendo mayor la respuesta mientras menor es la densidad residual, lo anterior puede ser debido también a lo que señala Daniel *et al.* (1982), que los aclareos bajos tiene el mismo efecto sobre el diámetro promedio, que la mortalidad normal en los rodales

naturales, y mientras más intensa es el aclareo más pronunciada es el crecimiento promedio del rodal residual. Además, Klepac (1983) menciona que aunque el crecimiento en diámetro depende también de la cantidad de reservas materiales acumuladas por el árbol, estos dos aspectos dependen más del medio ambiente; dentro de ciertos límites el incremento en diámetro es mayor cuando hay más espacio.

### **5.2.2 Diámetro promedio a 1.30 m**

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=05$ , como densidad inicial de cada parcela en esta variable no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.890$ ; Anexo 4), sin embargo se encontró diferencias significativas para la variable de crecimiento a diámetro a 1.30 m.

En relación con el crecimiento para el diámetro a 1.30 m, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ) presentó un valor ( $Pr=0.0694$ ; Anexo 5). Sin embargo, aunque en el análisis no resalto diferencias significativas, la mayor media fue para el tratamiento de aclareo fuerte (60 % de remoción) con un promedio de 11.44 cm, mientras que el testigo presentó un promedio de 9.64 cm, los resultados obtenidos están relacionados con la intensidad de las intervenciones, es decir, entre mayor remoción mayor promedio (Figura 6).

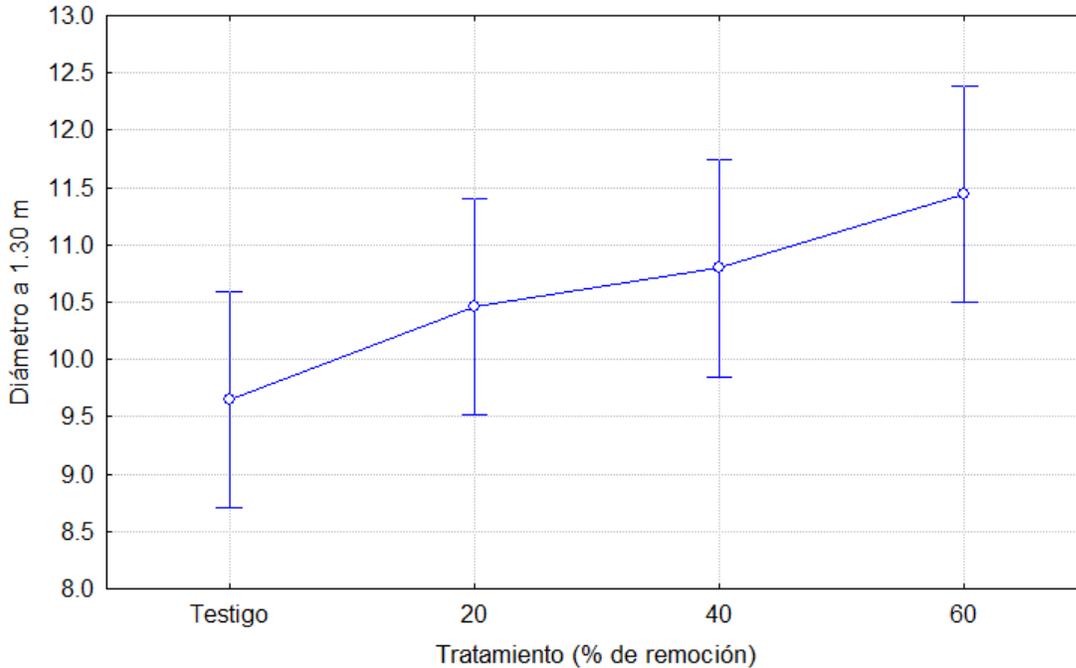


Figura 6. Diámetros promedio de 1.30 m por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

A pesar de no presentar diferencias significativas sobre el crecimiento en diámetro a 1.30 m, en las parcelas raleadas se observaron crecimientos superiores con respecto al testigo, particularmente en los espaciamientos más amplios, es decir en aquellas parcelas fuerte y moderadamente aclareadas.

Ante este hecho se asemeja con lo encontrado por Espinoza *et al.* (1994), ya que a los seis años de aplicar los tratamientos de aclareos, los resultados encontrados mostraron diferencias significativas con el testigo, sin embargo, no se detectaron contrastes marcadas entre los tratamientos, cualquiera que fuera el nivel de intervención. De igual forma, estos resultados coinciden con lo reportado por García y Rodríguez (1993), ya que a los dos años de evaluar una aplicación de aclareos, no encontraron diferencias estadísticas no significativas entre tratamientos, pero los valores de crecimiento tuvieron mejores resultados en los tratamientos de 50 % y 75 % de intensidad de corta.

Lo anterior coincide con lo que señala Díaz (2008), que un bosque reacciona en forma favorable a los aclareos intensos, mostrando un mayor crecimiento diamétrico, además sugiere que esta intensidad de remoción fuerte es conveniente realizar en aquellos sitios donde han sido expuestas a daños, enfermedades o donde se realiza un aclareo tardío.

Por otro lado, un aumento muy marcado del crecimiento en diámetro, aunque es una respuesta apropiada, es en realidad una liberación muy pronto de la masa, sin embargo, un aclareo bajo tiene el mismo efecto sobre el diámetro promedio que la mortalidad normal de rodales silvestres y mientras más intenso es la eliminación de árboles, más intenso es el crecimiento en el diámetro promedio del rodal (Hawley y Smith, 1972).

Entonces, los resultados obtenidos a 3 años de aplicación de los aclareos son aceptables, aunque sus efectos no son tan significativos, más sin embargo las mejores respuestas la tuvieron la remoción más intensa y la intermedia, con ello se puede indicar que el aclareo fue favorable y fue en tiempo adecuado.

### **5.2.3 Altura promedio total**

El análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$  como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto para la covariable ( $Pr=0.0915$ ; Anexo 6), de igual manera, no presentó diferencias significativas para la variable crecimiento en altura total.

El resultado del ANOVA ( $\alpha=0.05$ ) para la variable altura total, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr=0.135$ ; Anexo 7). Los valores obtenidos entre los tratamientos fueron muy similares (Figura 7), pero la remoción más baja, es decir el 20 % de intensidad se vio favorecido con la mayor media con 7.64 m de altura, seguido del 60 %, con una altura promedio de 7.61 m, finalmente el 40 % de 7.53 m; mientras que el testigo con 6.81 m de altura total.

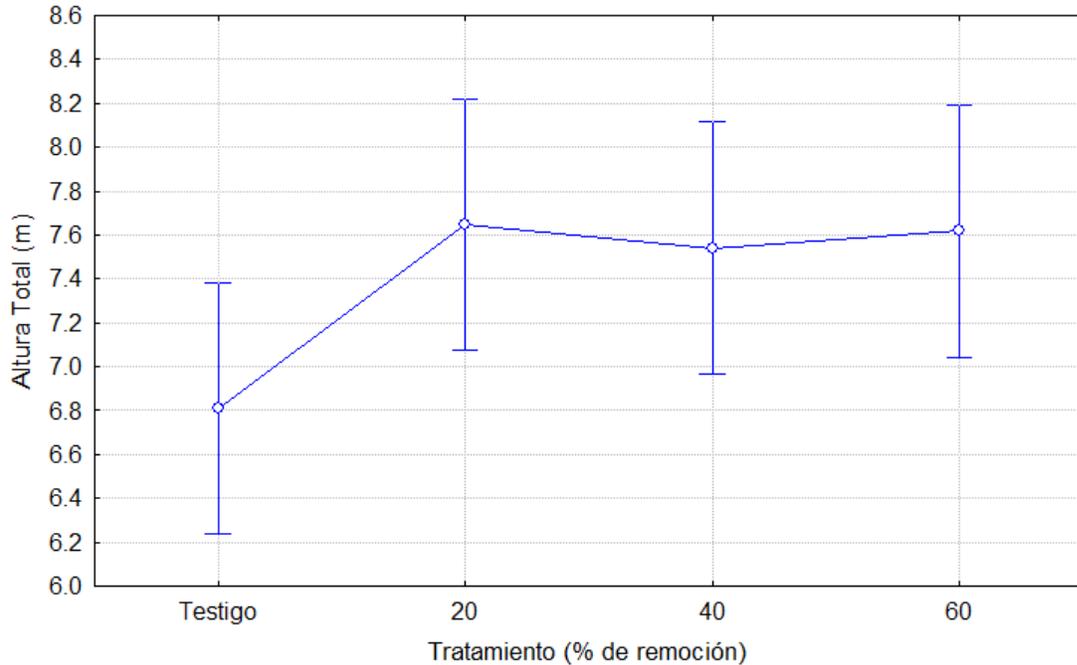


Figura 7. Altura total promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Los resultados mencionados anteriormente coinciden con los trabajos reportados por Espinoza *et al.* (1994), Chávez y Mora (2010), Díaz *et al.* (2012), Pérez (S/F), que encontraron un crecimiento en altura muy uniforme, con base a esto, puede deberse a que el crecimiento en altura no cambia generalmente a diferentes intensidades de aclareo, no puede ser aumentada por un tratamiento silvícola, ya que se encuentra controlado por factores inalterables del sitio (Musalem, 1989).

En los resultados obtenidos en esta variable del presente trabajo, muestran que la altura no se ve afectado por tratamientos silvícolas como los aclareos, puesto que no se vio afectado por la densidad, además de que no mostró ningún efecto conforme la densidad residual sea mayor o menor, simplemente las alturas fueron homogéneas en los tratamientos, incluso el testigo.

#### 5.2.4 Altura promedio de fuste limpio

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$  como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.659$ ; Anexo 8), de la misma manera para

la variable de crecimiento en altura de fuste limpio, no se encontró diferencias significativas.

De acuerdo con el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ) no mostró diferencias significativas en los resultados ( $Pr=0.229$ ; Anexo 9), al igual que la altura total; dado que en los tratamientos intervenidos, tuvieron una distribución de valores promedios muy similares a comparación del testigo. El mayor promedio lo presenta el tratamiento de 40 % de intensidad de aclareo con 4.45 m de altura de fuste limpio, seguido del 20 % con 4.43 m, por último, el promedio más bajo la obtuvo la mayor intensidad de remoción (60 %) con 4.36 m; mientras que el testigo fue de 3.88 m.

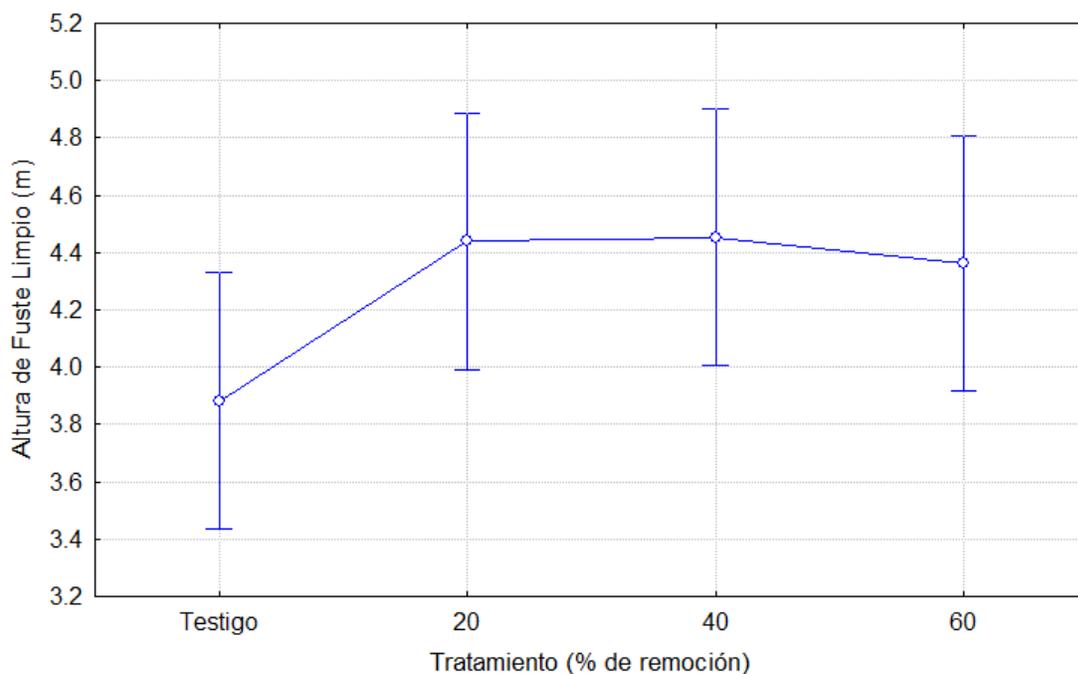


Figura 8. Promedio de altura de fuste limpio (m) por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Lo anterior se puede explicar de dos maneras, sobre el comportamiento de los resultados encontrados:

La primera, cuando los árboles de un rodal tienen un mayor espaciamiento entre ellas, estos tienden a tener ramas vivas por mayor tiempo, puesto que no existe una elevada competencia; de hecho uno de los efectos de los aclareos, es tener arbolado con ramas vivas por mayor tiempo, retrasando la poda natural y a la vez cuyas ramas son más gruesas en parcelas aclareadas intensamente (Musalem, 1989), cuando existe poca competencia, las ramas tienden a tardar más en desprenderse, puesto que reciben la luz solar por el amplio espaciamiento, permitiendo la entrada del mismo, lo que hace que puedan producir fotosíntesis. Por ello existen ramas vivas a una altura más baja como el tratamiento del 60 % de aclareo, a diferencia de aquellos que están más limitados de espacio de crecimiento.

La segunda, el testigo presentó el valor más bajo, esto puede deberse a que las parcelas del tratamiento, concentran todo tipo de árboles (dominantes, codominantes y suprimidos), viéndose afectado el promedio en altura de fuste limpio.

Por esta razón, siempre es importante dejar un determinado grado de competencia, porque así los fustes se limpian de ramas y se hacen rectos y cilíndricos, y el sotobosque queda dominado en su crecimiento por la sombra del arbolado, lo que también reduce el riesgo de incendios y mejora la transitabilidad en el bosque (Meson y Montoya, 1993).

### **5.2.5 Área de copa promedio**

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$  como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.085$ ; Anexo 10), por el contrario, la variable de crecimiento en área de copa, presentó diferencias significativas.

El área de copa promedio (AC), mostró diferencias significativas entre tratamientos, de acuerdo con el resultado estadístico del ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), ( $Pr=0.042$ ; Anexo 11); sin embargo, el efecto no está muy marcado, por lo tanto, el

análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), arrojó un solo grupo de medias (Cuadro 6). Aunque los resultados no presentan mucha diferencia, el valor que mejor se posicionó fue de la remoción del 60 % de intensidad con un promedio con de 4.59 m<sup>2</sup> de AC, continuando con el 40 % con 3.72 m<sup>2</sup>, mientras que el testigo se posiciona en el mejor lugar que el 20 % de intensidad con un promedio de 3.34 m<sup>2</sup> y por último la del 20 % con 3.26 m<sup>2</sup>; con esto, se puede observar que entre mayor espaciamiento hay entre arboles mayor crecimiento en el área de copa.

Cuadro 5. Comparación de medias Tukey con ( $\alpha=0.05$ ), para el área de copa como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.

Tratamiento (T)	Media (m)	Agrupación Tukey*
20 % (T2)	3.261675	a
Testigo (T1)	3.348587	a
40 % (T3)	3.729585	a
60 % (T4)	4.596578	a

\*Letras iguales=Estadísticamente iguales

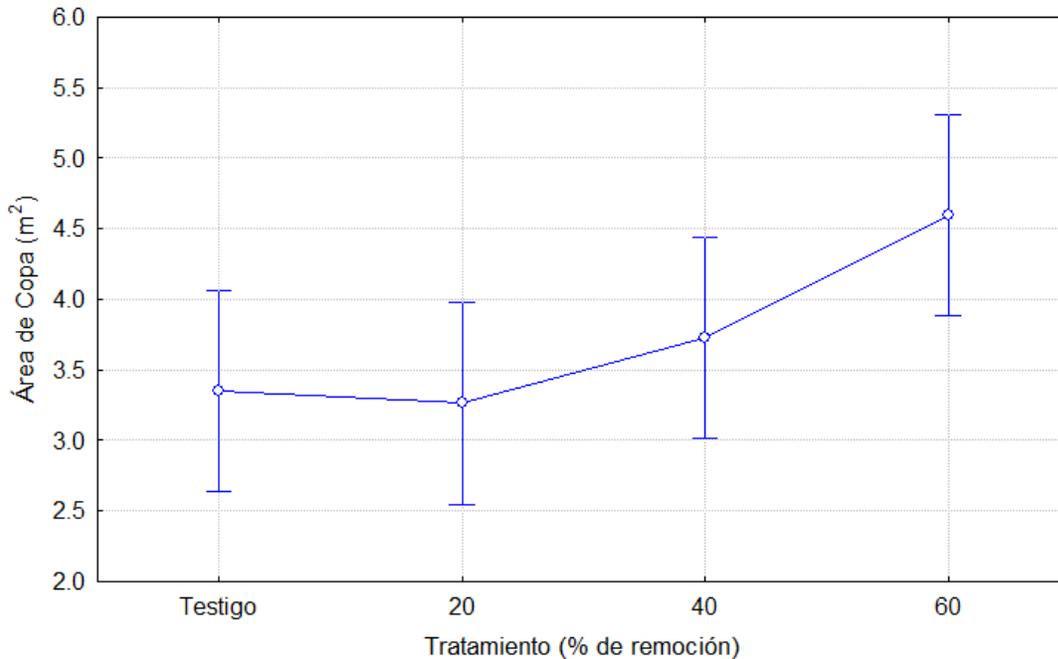


Figura 9. Área de copa promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Estos resultados coinciden con lo encontrado por Díaz *et al.* (2012), en *Eucaliptus nitens* en una plantación de 15 años, quienes hallaron un mayor crecimiento en promedio en la proyección del área de copa conforme la intensidad del aclareo aumentó.

Al ampliar el espacio de cada árbol, se estimula el desarrollo lateral de sus ramas, follajes y raíces. El peso del follaje de un árbol puede ser varias veces mayor en un rodal raleado. El resultado de más follaje y una copa más grande, es una mayor superficie activa para la fotosíntesis, y así un aumento y se acelera la tasa de crecimiento (Hawley y Smith, 1972; Daniel *et al.*, 1982; Musalem, 1989; Ugalde, 1993).

### 5.2.6 Área basal promedio por árbol

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.929$ ; Anexo 12), al igual que la variable de crecimiento en área basal no presentó diferencias significativas.

En cuanto al crecimiento del área basal (AB), de acuerdo con el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), no se encontró diferencias significativas entre tratamientos ( $Pr=0.190$ ; Anexo 13). Sin embargo, el tratamiento que mayor promedio obtuvo, fue el de la remoción más intensa, (60 %) con un  $0.0111 \text{ m}^2$ , mientras que el testigo tuvo el más bajo promedio con un  $0.00856 \text{ m}^2$  de AB. Los resultados fueron aumentando conforme la intensidad de los aclareos aumenta.

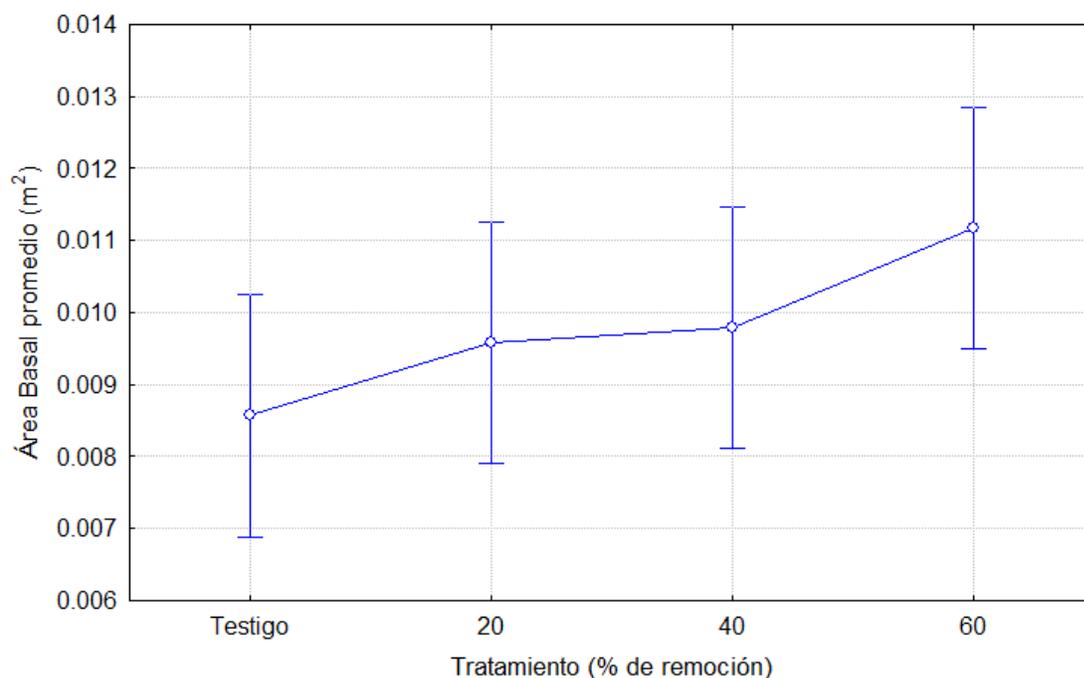


Figura 10. Área Basal promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

El crecimiento en términos de área basal puede ser favorecido principalmente si la masa es aclarada en forma severa, esto es porque cuando existe una densidad altamente de número de árboles, la suma del área basal será mayor, pero el área individual disminuirá, lo que ocurre al área basal promedio individual (Hawley y Smith, 1972), exactamente como lo muestra en los resultados en los tratamientos de esta variable.

### 5.2.7 Volumen promedio por árbol

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.971$ ; Anexo 14), al igual, que para la variable crecimiento en volumen, no se encontró diferencias significativas.

De acuerdo con el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P=0.218$ ; Anexo 15), el promedio mayor que logró alcanzar fue del 60 % con  $0.054 \text{ m}^3$ , continuado con el del 20 % con  $0.048 \text{ m}^3$ , y el 40 % con  $0.047 \text{ m}^3$ ; por último, el valor más bajo lo presentó el testigo (sin intervención) que fue  $0.040 \text{ m}^3$  (Figura 11).

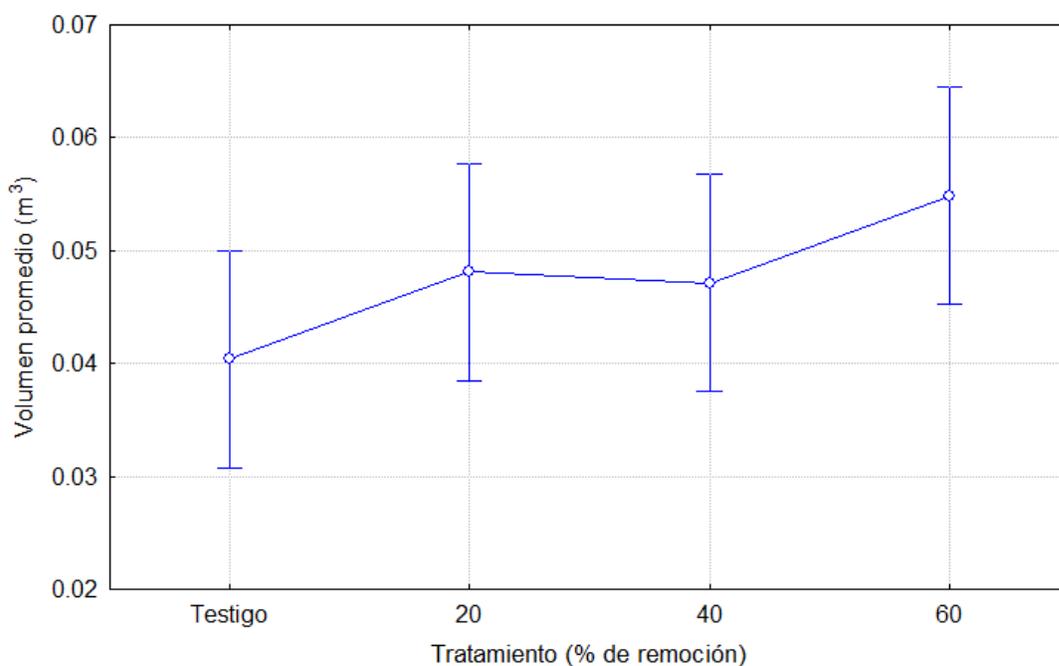


Figura 11. Volumen promedio por tratamiento a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Como se observa en la Figura 11, el 20 % de remoción sobresale con respecto a la del 40 %, esto puede deberse a su comportamiento en el mayor crecimiento en altura (Figura 7), ya que el crecimiento de dicha variable se encuentra relacionado con la altura. Por otro lado el mayor crecimiento lo presentó el tratamiento del 60 %, ya que está relacionada con el AB, y en los valores de esta variable, el mayor

promedio también lo presenta el mismo tratamiento; como consecuencia, es similar lo que, Hawley y Smith (1972) mencionan, que si el crecimiento en altura de los rodales no puede ser alterable, no se producirán cambios importantes en la producción de volumen cubico total, pero si la densidad de la masa estuviera de tal modo alterada, ocasionará un cambio importante en el crecimiento del área basal, alterando así el volumen.

### 5.2.8 Área basal por hectárea

El resultado del ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), muestra que los efectos son altamente significativos entre tratamientos ( $Pr=0.003$ ; Anexo 16). Por lo tanto, el análisis de comparación de medias a través de la prueba Tukey ( $\alpha=0.05$ ), mostró dos grupos de medias, el tratamiento del 20 % y el testigo forman el primer grupo, siendo el 20 % el que presenta el mayor promedio ( $41.29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), el segundo grupo está formado por el testigo y los tratamientos 40 % y 60 %, donde el testigo sobresale con un promedio de ( $37.39 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ); mientras que el 20 % y el 60 % de remoción son los que presentan la mayor diferencia (Cuadro 7).

Cuadro 6. Comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), para el área basal por hectárea como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.

Tratamiento (T)	Media (m)	Agrupación Tukey*
20 % (T2)	41.29	a
Testigo (T1)	37.39	ab
40 % (T3)	33.31	b
60 % (T4)	26.50	b

\*Letras iguales=Estadísticamente iguales

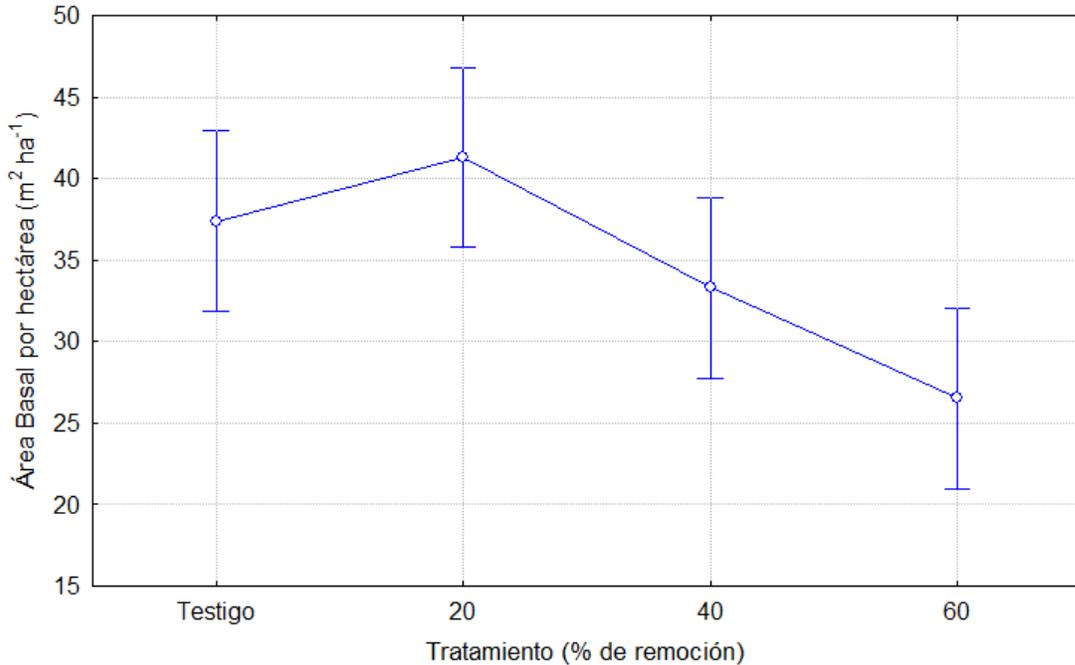


Figura 12. Área basal por hectárea a 3 años de aplicación de los aclareos en *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

En el Cuadro 7, se puede notar que el valor del tratamiento cuatro (intensidad del aclareo del 60 %) es el de menor valor, debido a que la densidad (número de árboles por hectárea) se redujo por la intensidad del aclareo y arrojó este resultado dado que el tiempo de medición aún no lo es lo suficiente para recuperar lo extraído y volver a ocupar todo el sitio, así pues, la remoción del 20 % y el tratamiento sin aclareo logran áreas basales mayores y muy superiores a los que están moderado y severamente removidos, cabe recalcar que el 20 % sobresale del testigo, por el número de árboles por hectárea muy similar al testigo.

En efecto, el crecimiento en área basal tiende a decrecer conforme aumenta la intensidad del aclareo, Espinoza *et al.* (1994) encontró exactamente los mismos resultados, siendo el tratamiento más suave y el testigo los que manifestaron mayores crecimientos en área basal por hectárea, muy superiores a diferencia de aquellos que fueron intensamente aclareadas.

Así mismo en un trabajo realizado por Rodríguez (2010), que obtuvo los mismos resultados y con ello indica que con estos valores se evidencia que la finalidad de un aclareo no es el incremento del área basal del rodal, ya que dicha variable se redujo.

En el caso de los aclareos, que reducen el área basal y lo podemos ver de acuerdo con los resultados obtenidos del presente, a pesar a ello, hay que tener en cuenta que el aumento de la calidad de fustes y el mayor incremento del diámetro de los árboles residuales pueden hacer que el valor de la producción sobrepase las ganancias en valor sobre el volumen final (Hawley y Smith, 1972).

### 5.2.9 Volumen por hectárea

El resultado del ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), mostró efectos altamente significativos entre tratamientos ( $Pr=0.009$ ; Anexo 17). Por lo que el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), presenta dos grupos de medias, el primer grupo lo conforma el 20 % y el testigo, la mayor media lo presenta el 20 % con  $207.28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , el segundo se integra del testigo y los tratamientos del 40 % y 60 %, siendo el testigo el que presentó el mayor valor con  $176.16 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ; mientras que la mayor diferencia lo marcan los tratamientos del 20 % y 60 % (Cuadro 8).

Cuadro 7. Comparación de medias de Tukey con ( $\alpha= 0.05$ ), para el volumen por hectárea como efecto de la aplicación del aclareo a 3 años de aplicado.

Tratamiento (T)	Media ( $\text{m}^3$ )	Agrupación Tukey*
20 % (T2)	207.28	a
Testigo (T1)	176.16	ab
40 % (T3)	155.96	b
60 % (T4)	133.06	b

\*Letras iguales= Estadísticamente iguales

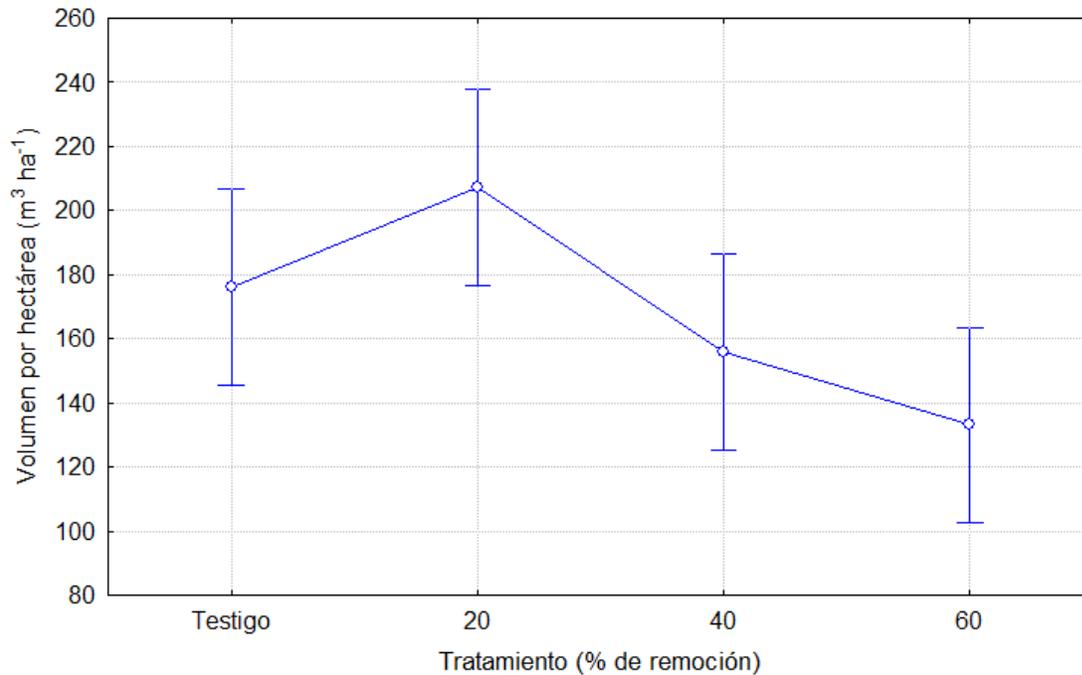


Figura 13. Volumen por hectárea a 3 años de aplicación de los aclareos *en Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Al igual que en este trabajo, se ha evidenciado que un rodal aclarado, el volumen es inferior al uno sin aclarar, en ensayos llevados a cabo por Espinosa *et al.* (1994), Ruíz *et al.* (1996); Chàvez y Mora (2010), demostraron que los tratamientos fuertemente aclareados presentan volúmenes menores totales que las parcelas moderadamente aclareadas o sin intervenir.

Los resultados obtenidos, se deben a que la aplicación de un aclareo baja temporalmente la productividad por hectárea, puesto que los árboles que quedan no utilizan completamente el terreno, y los diámetros de los pocos árboles que permanecen no compensan el volumen extraído. Sin embargo, pasado algún tiempo los árboles expanden sus copas y las raíces crecen, y por consiguiente sus diámetros, puesto que aprovechan mayor luz, los nutrientes del suelo y el agua, consiguiendo un mayor crecimiento (CONAFOR, 2009), por otro lado, para lograr el máximo rendimiento en volumen, el aclareo no debe ser muy intenso pues se perdería parte del potencial de crecimiento del sitio, ni demasiado leve ya que no favorecería los árboles remanentes Musalem (1988), Espinosa *et al.* (1994)

mencionan que existe una fuerte dependencia entre la tasa de crecimiento en volumen y las densidades residuales consideradas. A mayor densidad y mejores diámetros, mayor crecimiento por hectárea, no así para los árboles individuales (Figura 13).

El aclareo puede indicarse que influye sobre el volumen de madera a futuro. A esto es respecto, a que los rodales aclarados producen un volumen total menor, cuanto más intensa el raleo mayor la diferencia en la producción de volumen total, por el contrario un bosque aclarado produce o se incrementa la cantidad de madera aprovechable (Hawley y Smith, 1972).

#### **5.2.10 Índice de esbeltez promedio**

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto para la covariable ( $Pr=0.113$ ; Anexo 18), por el contrario, la variable de crecimiento índice de esbeltez mostró diferencias altamente significativas.

Conforme con el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), no mostró diferencias significativas ( $Pr=0.1103$ ; Anexo 19), entre los tratamiento sobre el índice de esbeltez. A pesar de ello el índice de esbeltez (Altura total/DN) es mayor en los tratamientos con mayor densidad residual y el testigo. El 20 % de remoción, superó al testigo con un promedio de 0.7733, mientras que la remoción más fuerte (60 % de remoción) obtuvo el valor más bajo con 0.694 (Figura 14).

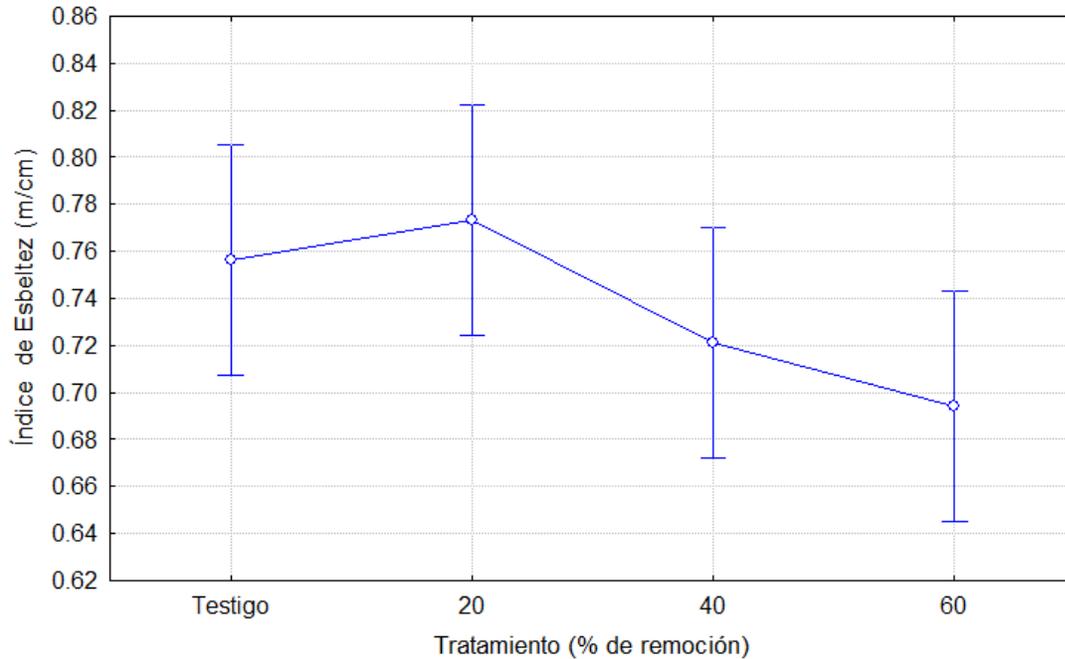


Figura 14. Promedio de índice de esbeltez por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

El índice de esbeltez (IE), también conocido como la relación entre la altura (m) y el diámetro normal (cm), se puede caracterizar la estabilidad de los árboles (Durlo y Denardi, 1998; Arias, 2004), entre más alto el IE, menos estables es el árbol a los daños mecánicos (viento) (Durlo y Denardi, 1998). La media de este parámetro fue de 0.73 m/cm y oscilan de un valor menor a 0.69 a 0.77, estos resultados fueron similares a los obtenidos por Arias (2004), en plantaciones de *Terminalia amazonia* que fluctuaron entre 0,75 y 0.85.

### 5.2.11 Incrementos en diámetro a 0.30 m

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto para la covariable ( $Pr=0.698$ ; Anexo 20), en la variable incremento en diámetro a 0.30 m tampoco se encontró diferencias significativas.

El ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), no mostró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ( $Pr=0.151$ ; Anexo 21). Aunque dicho incremento no tuvo diferencias significativas, la mayor media la presenta el tratamiento del 60 % de remoción (0.6503 cm de incremento), mientras que el 20 % obtuvo el valor más bajo (0.3227 cm).

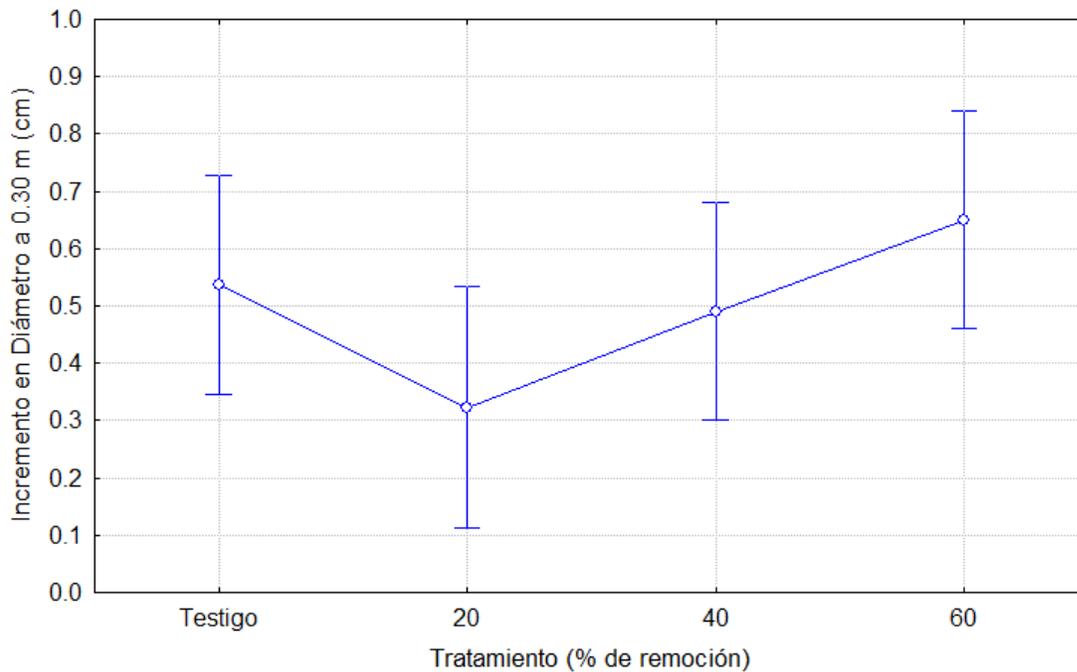


Figura 15. Incremento promedio en diámetro a 0.30 m por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Lo encontrado, puede ser señalado con lo que mencionan Daniel *et al.* (1982), que lo aclareos bajos tiene el mismo efecto sobre el diámetro promedio, que la mortalidad normal en los rodales naturales, y entre más intensa es el aclareo más pronunciada es el incremento promedio del rodal residual. Es por ello que el aclareo suave y el intermedio reaccionan poco favorable ante el aclareo.

### 5.2.12 Incrementos en diámetro a 1.30 m

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.722$ ; Anexo 22), de igual manera para la

variable incremento en diámetro a 1.30 m, no se encontró diferencias significativas.

De acuerdo con el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr=0.115$ ; Anexo 23), sin embargo, el tratamiento del 60 % presentó el valor promedio más alto en incrementos con 0.5659 cm, seguido del testigo (sin intervención) con 0.423 cm, mientras que los tratamientos del 20 % y 40 % manifiestan los menores incrementos (0.2603 cm, 0.3955 cm respectivamente) (Figura 16).

El aclareo ha incrementado en diámetro promedio, especialmente el testigo y el tratamiento del 60 %. Como se observa en la Figura 16, el 20 % es el tratamiento que menor incremento logra alcanzar, pero también el que se aplicó la menor remoción. Su comportamiento en incremento puede deberse, con lo que menciona Daniel *et al.* (1982), que un rodal que es aclareado por lo bajo, tendrá los mismos efectos sobre el diámetro promedio, que un rodal silvestre solamente con la mortalidad normal que presenta por la competencia. Por ello, se puede indicar que cuando un rodal crece con alta densidad es necesario la aplicación del tratamiento intenso para que ejerza efecto sobre los individuos remanentes.

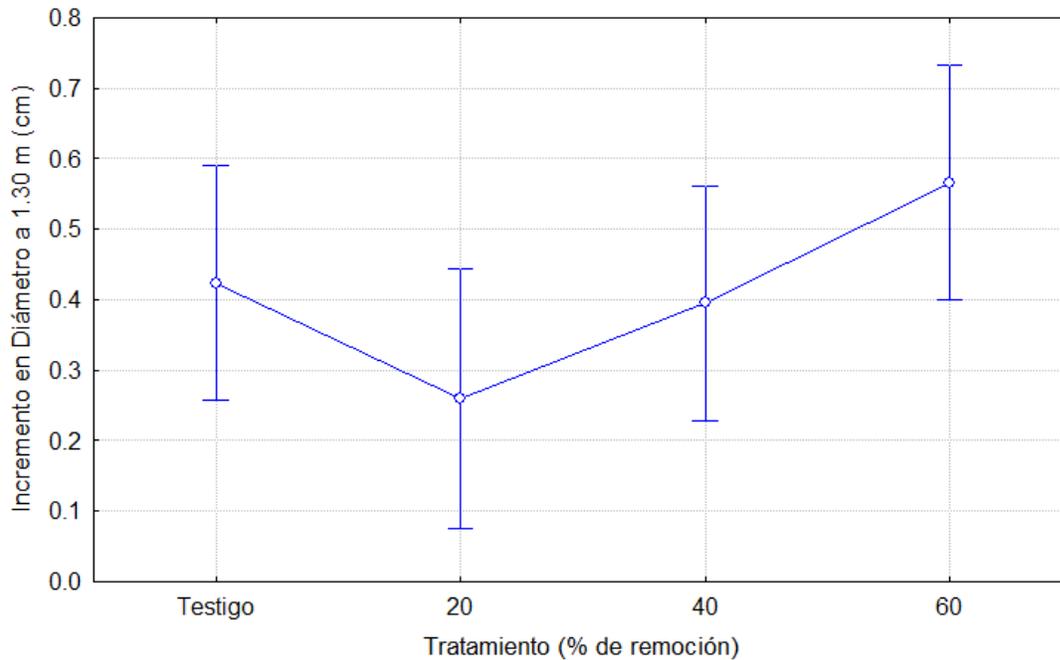


Figura 16. Incremento en diámetro a 1.30 m promedio por tratamiento como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

De igual manera, Daniel *et al.* (1982) indica que para que un aclareo por lo bajo permita la extensión de las copas y estimular el crecimiento de los pies restantes, sólo en el grado en que la competencia radical sea reducida, es necesario un aclareo bastante severo, para luego reflejarse en el crecimiento en diámetro, condición que no se cumple, en este caso (20 %).

### 5.2.13 Incrementos en altura total

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.898$ ; Anexo 24), de igual forma, para la variable crecimiento en altura total, no se encontró diferencias significativas.

En relación sobre el incremento para altura total, el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), no presentó diferencias significativas ( $Pr=0.181$ ; Anexo 25), sin embargo, el mayor incremento promedio lo mostró el testigo (sin remoción) con un incremento de 0.58 m, seguido

del 40 % (0.56 m de incremento), posteriormente el 20 % (0.51 m), finalmente el 60 % (0.36 m).

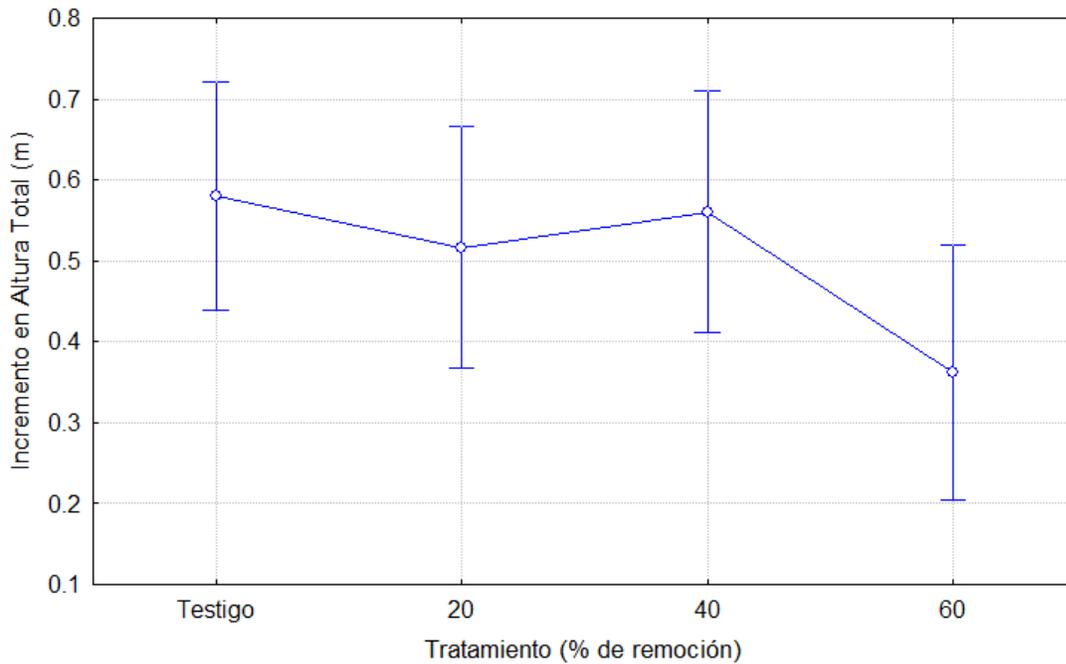


Figura 17. Incremento en la altura total promedio por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

El incremento en altura no se observó afectado por la intensidad del aclareo (Figura 17), esto coincide con lo encontrado con Chavez y Mora, (2010), sin embargo, tiene una tendencia decreciente con la densidad residual, registrándose resultados de casi 22 cm de diferencias entre el tratamiento de menor densidad residual (60 % de remoción) y el testigo.

#### 5.2.14 Incremento en altura de fuste limpio

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.375$ ; Anexo 26), de la misma manera para la variable crecimiento en altura de fuste limpio, no se encontró diferencias significativas.

En cuanto al ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), mostró ausencia de diferencias en incremento entre los diferentes tratamientos ( $Pr=0.101$ ; Anexo 27). Sin embargo, el testigo logra alturas de fustes limpios superior a los tratamientos restantes (0.32 m de incremento en AFL), mientras que el valor más bajo fue para el 20 % de intensidad de remoción (0.13 m de incremento en AFL) Figura 18.

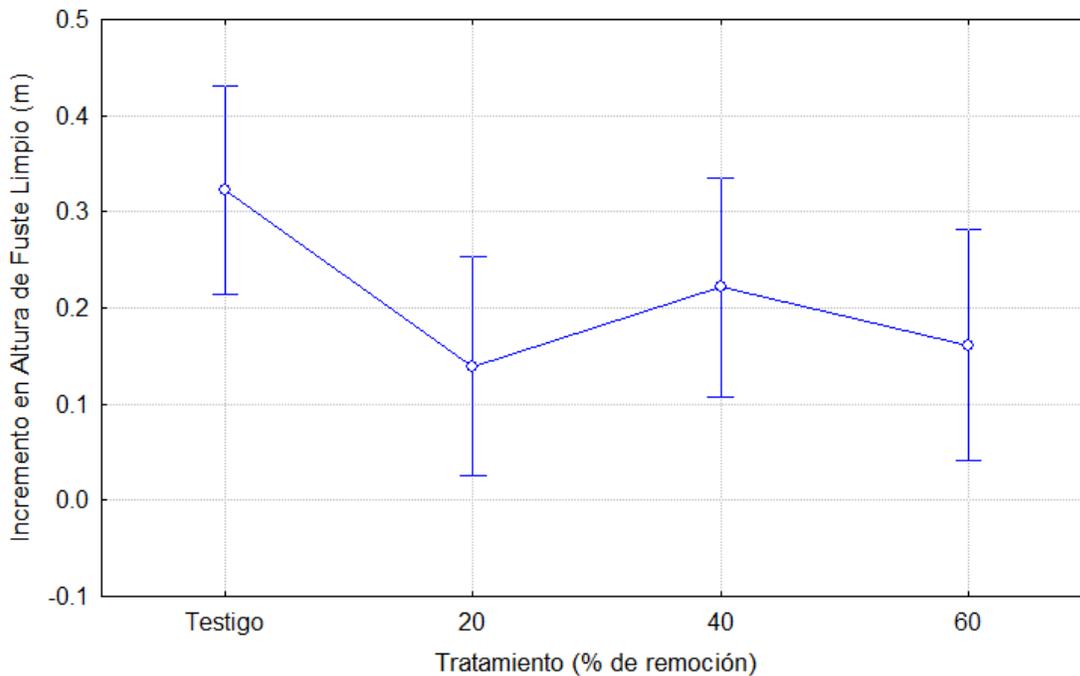


Figura 18. Incremento en altura de fuste limpio promedio por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Lo encontrado se asemeja con lo que menciona Vásquez (2007), que se ha demostrado que la longitud de copa viva, en relación con la altura total del árbol, se incrementa como resultado de un raleo fuerte. De igual manera Daniel *et al.* (1982) suponen que las cortas intermedias (aclareos) aumentan la profundidad de la copa, por ello, es importante considerar lo que Hawley y Smith (1972) recomiendan, lo necesario de dejar la masa arbórea en un proceso sin cortarlo hasta que haya conseguido un fuste recto y limpio de longitud aceptable, aunque se ve sacrificado el crecimiento en diámetro.

### 5.2.15 Incremento en área de copa (AC)

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.552$ ; Anexo 28), sin embargo, se encontró diferencias altamente significativas para la variable crecimiento en área de copa.

El ANOVA ( $\alpha=0.05$ ) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $Pr=0.00463$ ; Anexo 29); por consiguiente el análisis de comparación de medias a través de la prueba Tukey ( $\alpha=0.05$ ), presentó dos grupos de medias, siendo así el testigo y los tratamientos del 20 % y 40 % los que conforman el primer grupo, en la cual el mayor incremento lo obtuvo el 40 % ( $1.84 \text{ m}^2$ ) y el segundo grupo se conforma del 40 % y 60 %, donde el 60 % supera al 40 % ( $2.10 \text{ m}^2$  y  $1.84 \text{ m}^2$  respectivamente); por otro lado, la mayor diferencia se encuentra entre el testigo y la intervención más fuerte (60 %) (Cuadro 9).

Cuadro 8. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ), para el incremento del área de copa como efecto de la aplicación de las diferentes intensidades de aclareo.

Tratamiento (T)	Medias de incremento en área de copa (AC)	Agrupación Tukey*
Testigo (T1)	1.0928	a
20 % (T2)	1.4066	a
40 % (T3)	1.8412	ab
60 % (T4)	2.1063	b

\*Letras iguales= Estadísticamente iguales

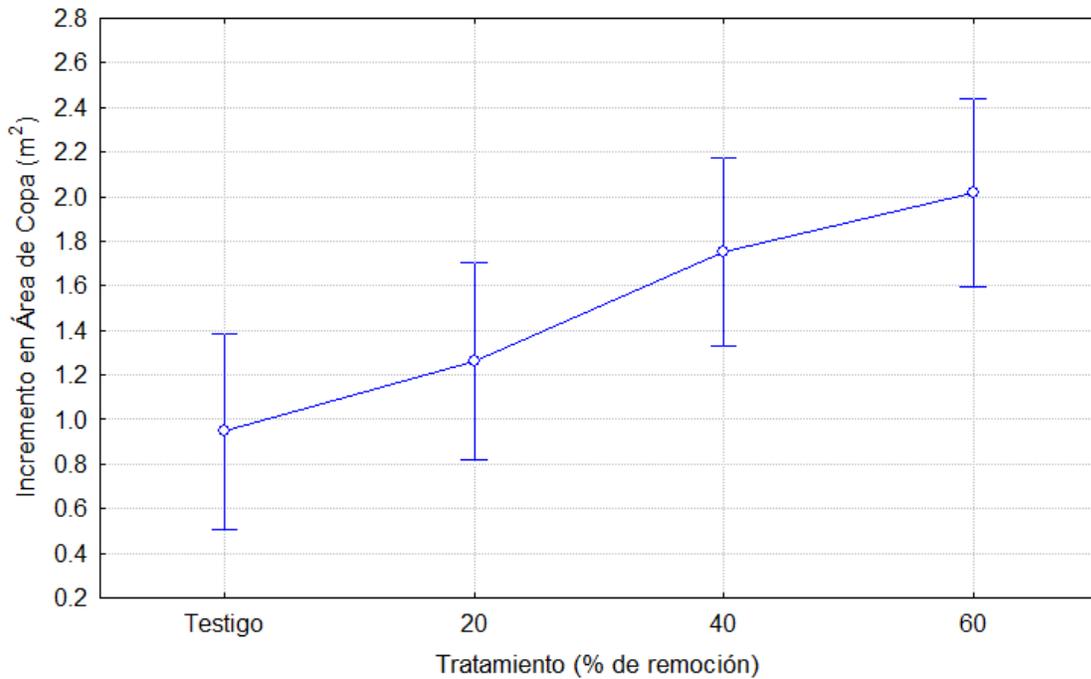


Figura 19. Incremento en área de copa promedio por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Los valores que se reflejan en el incremento para el AC, fueron aumentando conforme la intensidad del aclareo aumentó (Figura 19), al ampliar el espacio alrededor de cada árbol se presenta lo que menciona Ugalde (1993), que uno de los efectos más importantes de la reducción del número de árboles que compiten por luz, suelo, humedad y nutrientes, se manifiesta en copas más profundas, y la extensión de la misma, por lo tanto se estimula el desarrollo lateral de sus ramas, follajes, raíces y por consiguiente sus diámetros.

Los resultados encontrados en este trabajo coinciden con el trabajo realizado por Díaz *et al.* (2012), en donde las intervenciones más intensas resultan con mayores coberturas en áreas de copa.

### 5.2.16 Incremento en área basal (AB) promedio por árbol

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto de la covariable ( $Pr=0.706$ ; Anexo 30), de igual forma para el incremento en área basal no se encontró diferencias significativas.

El ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), sobre el incremento en área basal, mostró que las diferencias de dicho análisis no son significativas ( $Pr=0.201$ ; Anexo 31). Los valores muestran una tendencia decreciente conforme la intensidad del aclareo se reduce, ya que el tratamiento de mayor remoción (60 %), logró el mayor incremento ( $0.0011 \text{ m}^2$ ), mientras que el 20 % es superado por el testigo con un menor incremento de ( $0.0006 \text{ m}^2$ ).

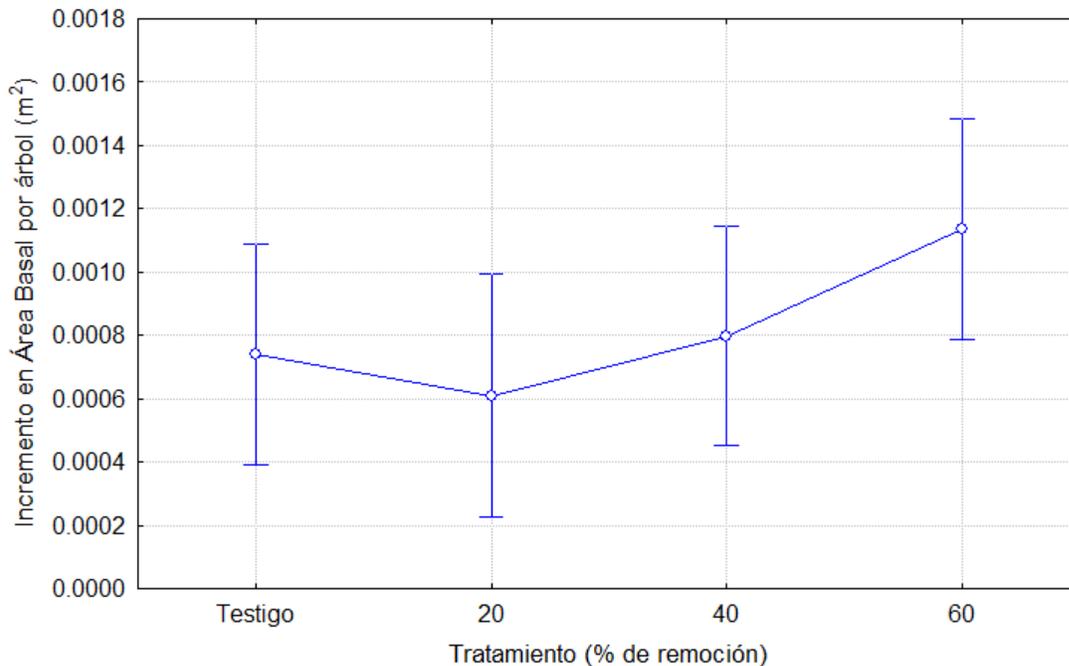


Figura 20. Incremento en área basal promedio por árbol, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

En los resultados se observan respuestas favorables en los tratamientos del 40 % y 60 %, por otro lado el testigo supera al 20 % quedando este, en el último lugar.

Con respecto a esto, el incremento en área basal se encuentra relacionado gran parte por el diámetro que alcanza y está a la vez con el área de superficie de copa (Hawley y Smith, 1972). Como se puede observar en la figuras 12 y 13, el mismo tratamiento (20 %), logra el menor incremento en diámetro, aunque su área de copa supera al testigo, sin embargo, aún no ejerce algún efecto en el área basal, puesto que su densidad antes de la aplicación del tratamiento era uno de los que alojaba un mayor número de individuos por superficie; entonces puede indicarse que la poca liberación que se ejerció sobre los árboles residuales, si tuvo como consecuencia un aumento en el crecimiento para área de copa, pero aún no se ve reflejado sus efectos en el diámetro, en la cual se ve influido en el AB.

#### **5.2.17 Incremento en volumen promedio por árbol**

Con el análisis de covarianza con  $\alpha=0.05$ , como densidad inicial de cada parcela, no mostró efecto para la covariable ( $Pr=0.673$ ; Anexo 32), al igual que para la variable incremento en volumen, no presentó diferencias significativas.

Con respecto al ANOVA ( $\alpha=0.05$ ) para el volumen, las diferencias no fueron significativas ( $Pr=0.556$ ; Anexo 33). A pesar de que no presentó diferencias significativas, el mayor incremento alcanzó el tratamiento del 60 % ( $0.0084 \text{ m}^3$ ), mientras que el incremento más bajo fue para 20 % ( $0.0061 \text{ m}^3$ ); por otro lado el tratamiento del 40 % y el testigo resultaron con un valor en incrementos equivalentes ( $0.0068 \text{ m}^3$ ) (Figura 21).

Lo resultados coinciden con los trabajos realizados por Pérez (S/F), Ruíz *et al.* (1996), donde encontraron que el mayor incremento en volumen fue en el tratamiento de menor densidad residual, lo contrario, los menores incrementos corresponden a los tratamientos con mayor densidad residual.

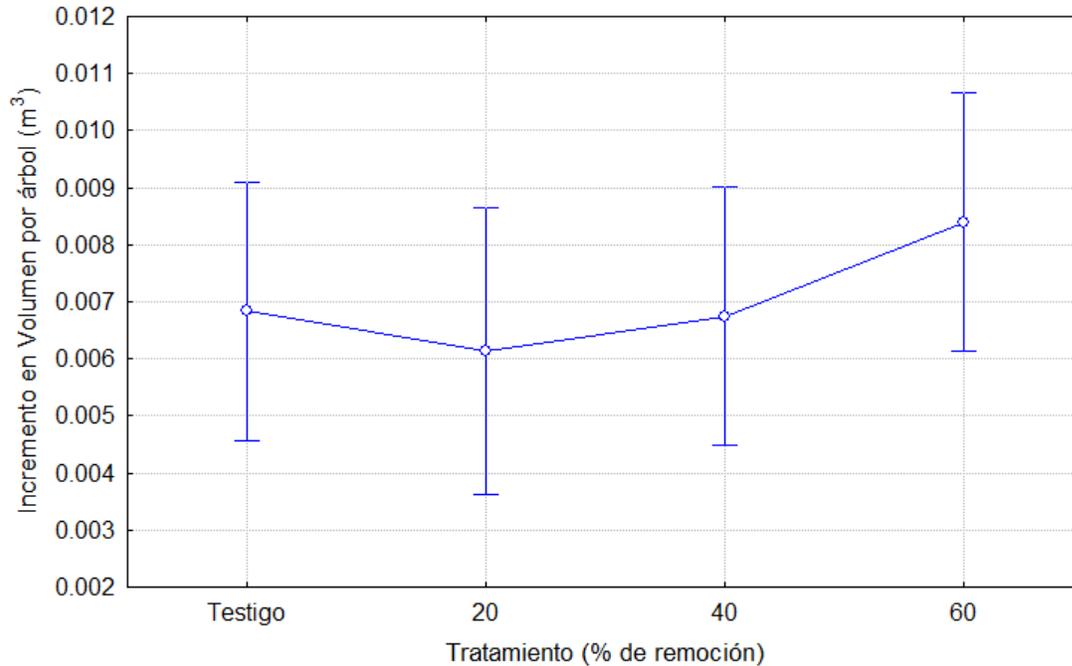


Figura 21. Incremento en volumen promedio por árbol, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

### 5.2.18 Incremento en área basal por hectárea

En el ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), las diferencias no son significativas entre tratamientos ( $Pr=0.1251$ ; Anexo 34). Sin embargo, los resultados en incremento fue mayor en la intensidad del 60 % ( $2.5817 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), en contraste con el 20 % que logró el menor incremento en volumen ( $1.0405 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ).

Los resultados tienen relación con el incremento en área basal promedio por árbol, como se puede observar en la Figura 20, donde los mayores incrementos fueron para el tratamiento del 60 % y el testigo, de la misma manera para el área basal por hectárea.

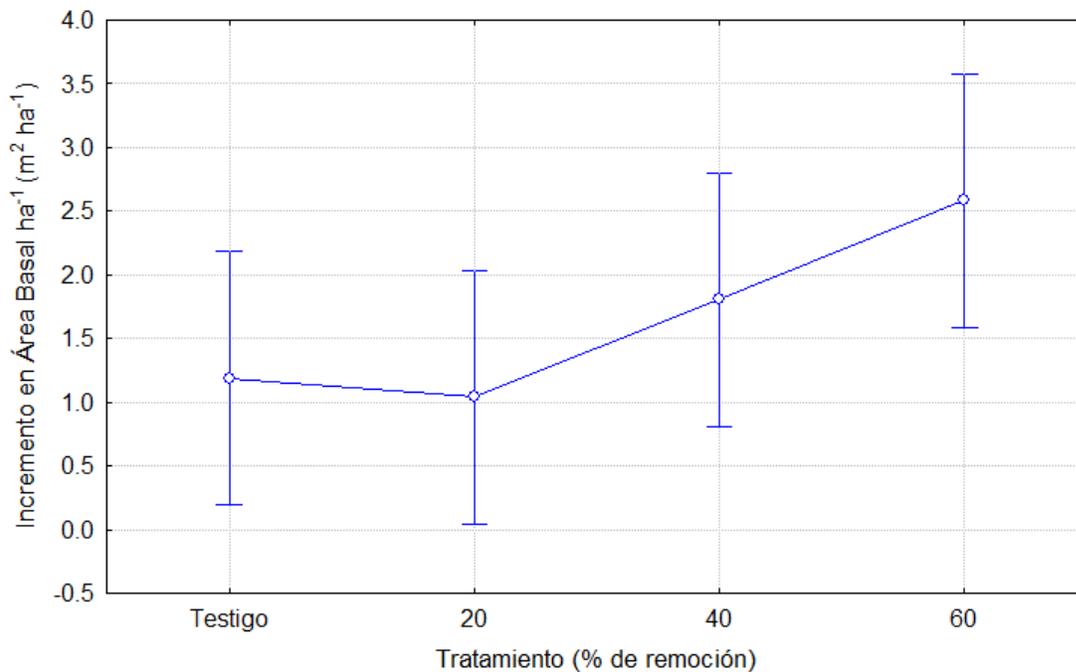


Figura 22. Incremento en área basal por hectárea ( $m^2 ha^{-1}$ ) por tratamiento, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

### 5.2.19 Incremento en volumen por hectárea

El resultado del ANOVA ( $\alpha=0.05$ ), no mostró diferencias significativas en incrementos entre los tratamientos ( $Pr=0.754$ ; Anexo 35), no obstante, al igual que en el incremento de área basal por hectárea, el mayor promedio lo presenta el tratamiento del 60 % de intensidad de aclareo ( $19.37 m^3 ha^{-1}$ ); mientras que el 20 % logra un incremento de  $14.309 m^3 ha^{-1}$ .

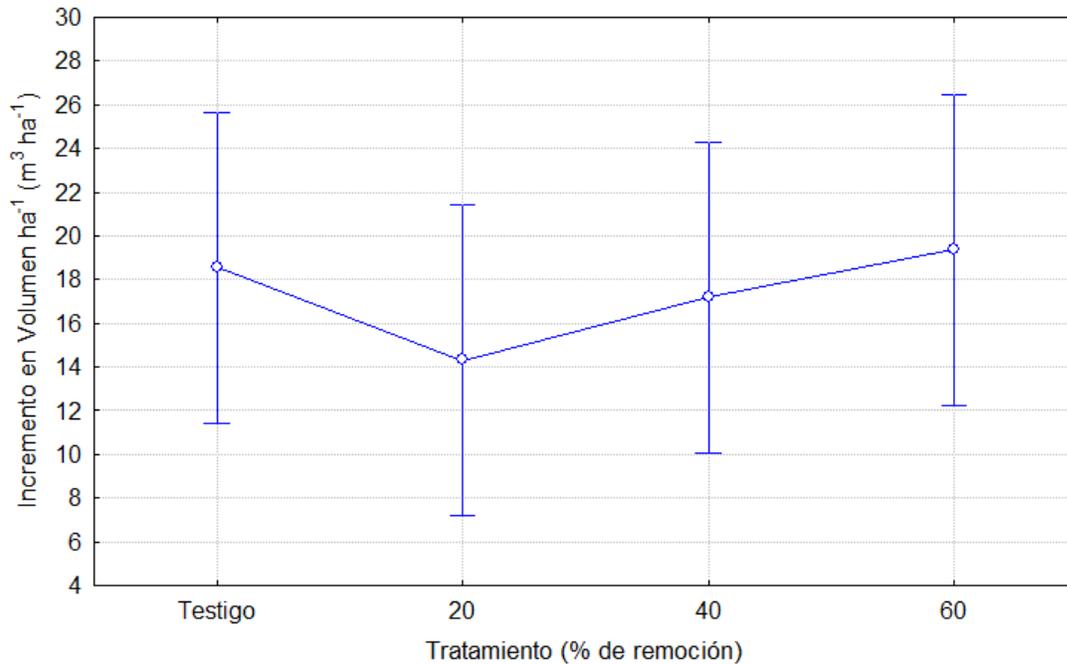


Figura 23. Incremento en volumen por hectárea (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) promedio por tratamiento como resultado de la aplicación de diferentes intensidades de aclareo para *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana N.L.

Como se observa en la Figura 23, el tratamiento del 60 % de remoción y el testigo logran incrementos similares, la primera puede ser debido al espaciamiento de crecimiento que tiene en su ambiente, por lo tanto mayor incremento en diámetro. En cuanto al incremento del testigo puede ser debido, a su mayor incremento en altura, ya que el incremento en volumen está relacionado con la altura total (Hawley y Smith, 1972).

## VI CONCLUSIONES

La hipótesis nula se rechaza, ya que a los tres años de haberse establecido el experimento, mostró diferencias significativas en el crecimiento en diámetro a 0.30 m y en el área de copa. El crecimiento en altura total y altura de fuste limpio no se vio afectado por las intensidades del aclareo.

El índice de esbeltez, (altura (m)/diámetro (cm)) aumentó en la medida que la densidad residual fue mayor.

Para el crecimiento en AB y en volumen por  $ha^{-1}$ , presentaron diferencias significativas, los tratamientos del 40 % y 60 % disminuyeron el AB y volumen  $ha^{-1}$ .

Se encontró efecto significativo en el incremento en área de copa, los mayores incrementos se presentan en los tratamientos del 40 % y 60 %.

En la altura total y altura de fuste limpio, no se encontró efecto en las diferentes densidades de aclareo.

En las variables diámetro a 0.30 m y DN no se presentó diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo los incrementos muestran una tendencia a decrecer conforme la densidad residual es mayor.

Las áreas basales y volúmenes tanto individuales como por hectárea, no presentaron diferencias significativas, pero los incrementos fueron mayores en aquellos tratamientos con densidades residuales menores.

## VII RECOMENDACIONES

1. Evaluar plagas y enfermedades, para ver incidencias en el crecimiento y en el desarrollo del arbolado.
2. Considerar la densidad residual en áreas basales y no en número de árboles, ya que estos varían, debido a que es una regeneración natural y no una plantación.
3. Prácticas silvícolas como los aclareos, es necesario estar acompañado de una poda.

## VIII LITERATURA CITADA

- Arias A., D. Estudio de las relaciones altura-diámetro para árboles de seis especies maderables utilizadas en programas de reforestaciones en la Zona Sur de Costa Rica. Revista forestal (Costa Rica): kurù. 11p.
- Armendáriz, O. R. y Tena V. M. 2004. Respuesta de *Pinus arizonica* a diferentes densidades de aclareos. Fundación Produce Chihuahua, A. C – INIFAP. Chihuahua, México. 38 pp.
- Andenmatten, F., Letourneau, F.J. 1999. “Aportes a la dasimetría de plantaciones, de pino oregón y pino ponderosa, en Patagonia. Resultados del Proyecto Forestal Integrado 1995-1999. Manual de uso”. Comunicación Técnica 16. Grupo de Silvicultura, Área Forestal. EEA Bariloche. INTA. 25 pp.
- Bravo, F., Montero, G y Del Río, M.1997. Índices de densidad de las masas forestales. Ecología. N° 11. 177-187 pp.
- CONABIO. 1998. Carta climática, escala 1:1000000, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (clasificación de Koppen, modificado por García), México.
- Chávez, S., E. y F. Mora C. 2010. Incrementos en diámetro, área basal y altura en un ensayo de aclareos para *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Revista Forestal Venezolana. 54(2): p 131-146.
- CONAFOR. 2009. Manual para beneficiarios: aclareos y podas. (Mayo del 2015).26 p.

- CONAFOR-CONABIO. 2008. SIRE-Paquetes tecnológicos. *Pinus rudis* Endl.  
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982/Pinus%rudis.pdf>.  
(Marzo del 2016). 6 p.
- Contreras D., C. 2007. Geografía de Nuevo León. La historia en la ciudad del conocimiento. Fondo editorial de Nuevo León, 229 p.
- García, C. X., y Rodríguez S. B. 1993. Cortas intermedias en sitios de vegetación secundaria. *Revista de ciencia forestal en México*, 74(18): 20 p.
- Daniel, T., J. Helms, F, Baker 1982. Principios de silvicultura. McGraw Hill Co.Inc., México. 492 p.
- Díaz, B. S.; Lasserre, J P; Espinosa, M.; Valenzuela, L; Cancino, J. 2012. Efecto del raleo en el crecimiento y algunas propiedades de la madera de eucalyptus nitens en una plantación de 15 años. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 14() 373-388 p.
- Díaz B., J. A. 2002. Aclareos en una regeneración natural de *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya, Galeana, Nuevo León. Tesis profesional. U.A.A.A.N, México. 71 p.
- Díaz S, E. 2008. Régimen de aclareos en plantaciones de pino caribe. Sabana de raya, estado Zulia Venezuela. Universidad nacional experimental de Guayana. 32 p.
- Durlo, MA; Denardi, L. 1998. Morfometría de *Cabralea canjerana*, em mata secundaria nativa do Rio Grande do Sul. *Ciencia Forestal* 8(1):55-66 p.

- Espinosa, B. M., García, S. J. y Valeria E. O. 1994. Efecto de intensidades diferentes de raleo en el crecimiento de un rodal de pino radiata. *Bosque (Valdivia)*, vol.15, no.1, 55-65 p.
- Farjon, A., Pérez, R. J. y Styles, B. 1997. A Field Guide to the Pines of Mexico Central America. Royal Botanic Gardens, Kew- University of Oxford. 151 p.
- FAO. 1993. Ordenación y conservación de los bosques densos de américa tropical. Vol. 101 de estudio de FAO montes. Roma. Food y Agriculture Org. 158 p.
- Fuentes, H. L.M.2014. Productividad de las plantaciones forestales en los diferentes tipos de raleos en la región II Las Verapaces. Universidad Rafael Landivir. Guatemala. 48 p.
- Gadow, K. V., Sánchez, O. S. y Álvarez Gonzales, J. G. 2007. Estructura y crecimiento del bosque. 147 p.
- Goche, T.R., Velázquez, M.A., Borja, de la R.A., Terrazas, T., Cervantes M.C. y Trinidad, S.A.2003. Densidad básica y ancho de anillos de la madera de *Pinus patula* antes y después de un aclareo. Vol. 28. N° 12. 5 p.
- Gil, L., y M. Aránzazu Prada. 1993. Los pinos como especies básicas de la restauración forestal en el medio mediterráneo. Icona, Madrid. Ecología N° 7.113-125 p.
- Harold, D., y J. Hocker. 1984. Introducción a la biología forestal. F.A. Bellomo L. (trad). México D.F. 446 p.
- Hawley, R., y Smith, D. 1972. Silvicultura práctica. Ediciones Omega Barcelona, España. 544 p.

- Imaña, E. 2008. *Epidometría Forestal*. Universidad de Brasilia. Departamento de Engenharia Florestal. 66 p.
- INIFAP-CONABIO. 1995. Carta edafológica. Escala 1:1000000, Instituto nacional de investigaciones forestales y comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México.
- INEGI. 2004. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología.
- Juárez, M. A. y Rodríguez, T. D.A. 2003. Efectos de los incendios forestales en la regeneración de pinus oocarpa var. ochoteranae. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, vol. 9, núm. 2. 7 p.
- Krajicek, J., K. Brinkman, S. Ginrich. 1961. "Crown competition-A Measure of Density", *For. Sci.* 7(1):35-42
- Klepac, D. 1983. *Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales*. Universidad Autónoma Chapingo. 2da Ed. México. 297 p.
- Keddy, P., A.2001. *Competition. Population and Community Biology Series*. Editorial Springer Netherlands. 2d. (26). 552 p.
- Martínez, M. 1948. *Los pinos mexicanos* 2da. Ed. Editorial Botas, México. 361.p.
- Meson, M. y Montoya, M. 1993. *Silvicultura Mediterránea (el cultivo del monte)*. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid. 368 p.
- Montgomery, Douglas C. 1991. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Iberoamericana, México, D.F. 589 p.
- Musalem, M.A. 1989. *Los aclareos en plantaciones de árboles de uso múltiple: I. Definición y grado de los aclareos; Memorias del I y II Curso*

- Centroamericano de Silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple (Informe interno). Turrialba (Costa Rica). 401-422 p.
- Padilla, G. H. 1987. Glosario práctico de términos forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Editorial Limusa. 1ª Edición. México: 273 p.
- Perry, J. P. Jr. 1991. The pines of México and Central America. Timber Press. Portland, Oregon, USA. 231 p.
- Pérez, V.R., Rhiner, G.R., Cañete, M.C., Hampei, H y Maletti C. S/F. Efectos de la intensidad de raleo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. cun. 12p.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F. y Real, P.1997. Mensura forestal. Serie de investigación y educación en desarrollo sustentable. IICA. Costa Rica. 586 p.
- Sánchez, C. H. 2000. Efecto de un aclareo sobre propiedades de la madera e incremento en diámetro de *Pinus rudis* Endl. en la Sierra las Alazanas, Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. México. 142 p.
- Rivas, Del B., V.M. 2013. Análisis de biomasa aérea en un rodal joven de *Pinus rudis* Endl. en San José de la Joya Galeana, Nuevo León. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 61 p.
- Rodríguez O., G. 2010. Efecto de aclareos en el crecimiento de una plantación de *Pinus patula* Schl. Et Cham. En Ixtlán, Oaxaca. Tesis doctorado. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 149 p.
- Rodríguez F., C. 2014. Efecto de los tratamientos silvícolas y sus impactos en la regeneración de Forest Service.

Ruíz, M. M., G.A. Fierros y H.R. Maldonado. 1996. Efecto inicial del aclareo en plantaciones de *Pinus Caribaea* var. *hondurensis* Barr. Y Golf. En la Sabana Oaxaca. *Ciencia forestal en México*, 21,38.

LGDFS. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. México, D.F.

Louman, B.; Quirós, D. y Nilsson M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliadas con énfasis en América central. Número 46 de Serie técnica: Manual técnico. Turrialba C.R. CATIE, p 265.

Ugalde, L.A. 1993. Curso Regional sobre Transferencia de Tecnología en Silvicultura de Arboles de Uso Múltiple. San Pedro Sula (Honduras). 27 Set - 8 Oct. 128-159 p.

Vásquez, R., A.2007. Producción forestal. Fundamentos. 1. Ed. San José. C.R. ENUED. 224 p.

## IX ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la densidad (Individuos ha<sup>-1</sup>), antes de la aplicación del tratamiento (aclareo).

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	1.989333E+07	6.631111E+06	1.1814	0.328626
Tratamiento	3	4.320000E+06	1.440000E+06	0.2565	0.856224
Error	41	2.301333E+08	5.613008E+06		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 2. Análisis de la covarianza para el crecimiento en diámetro a 0.30 m.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.0475	0.0475	0.0212	0.88442
Bloque	3	18.0263	6.0088	2.6794	0.068668
Tratamiento	3	26.2004	8.7335	3.8944	0.020640
Bloque-Tratamiento	9	36.6438	4.0715	1.8156	0.115257
Error	25	56.0645	2.2426		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 3. Análisis de varianza para el diámetro promedio a 0.30 m a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	26.130	8.710	2.719	0.056845
Tratamiento	3	28.688	9.563	2.985	0.0422121
Error	41	131.334	3.203		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 4. Análisis de covarianza para el crecimiento en diámetro a 1.30 m.

FV	GL	SC	MC	F	Pr
Densidad real	1	0.0357	0.0357	0.01949	0.890096
Bloque	3	17.7062	5.9021	3.22395	0.039613
Tratamiento	3	18.3733	6.1244	3.34541	0.035127
Bloque-Tratamiento	9	36.3624	4.0403	2.20696	0.057157
Error	25	45.7673	1.8307		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 5. Análisis de varianza para el diámetro promedio a 1.30 m a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	29.950	8.650	3.291	0.029946
Tratamiento	3	20.051	6.684	2.543	0.069402
Error	41	107.760	2.628		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 6. Análisis de la covarianza para el crecimiento en altura total.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.00814	0.00814	0.0114	0.915793
Bloque	3	6.94092	2.31364	3.2475	0.040360
Tratamiento	3	5.91989	1.97330	2.7697	0.064596
Bloque-Tratamiento	9	16.17788	1.79754	2.5231	0.035417
Error	23	16.38630	0.71245		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 7. Análisis de varianza para la altura total promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	13.263	4.421	4.566	0.007533
Tratamiento	3	5.692	1.897	1.959	0.135161
Error	41	39.701	0.968		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 8. Análisis de covarianza para el crecimiento en altura de fuste limpio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.06882	0.06882	0.19987	0.659011
Bloque	3	4.08427	1.36142	3.95402	0.020693
Tratamiento	3	1.82937	0.60979	1.77103	0.180771
Bloque-Tratamiento	9	10.48521	1.16502	3.38360	0.008756
Error	23	7.91923	0.34431		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 9. Análisis de varianza para la altura de fuste limpio promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	7.6399	2.5466	4.343	0.009539
Tratamiento	3	2.6382	0.8794	1.500	0.228920
Error	41	24.0423	0.5864		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 10. Análisis de covarianza para el crecimiento en área de copa.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	3.02449	3.02449	3.19670	0.085916
Bloque	3	20.19477	6.73159	7.11487	0.001295
Tratamiento	3	9.52073	3.17358	3.35427	0.034822
Bloque-Tratamiento	9	15.82154	1.75795	1.85804	0.106799
Error	25	23.65324	0.94613		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 11. Análisis de varianza para el área de copa promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	40.6431	13.5477	9.0636	0.000100
Tratamiento	3	13.3883	4.4628	2.9857	0.042103
Error	41	61.2839	1.4947		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 12. Análisis de covarianza para el crecimiento en área basal promedio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.000000	0.000000	0.00808	0.929081
Bloque	3	0.000048	0.000016	2.65017	0.070762
Tratamiento	3	0.000041	0.000014	2.23178	0.109360
Bloque-Tratamiento	9	0.000112	0.000012	2.04742	0.076031
Error	25	0.000152	0.000006		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 13. Análisis de varianza para el área basal promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.000071	0.000024	2.8679	0.048060
Tratamiento	3	0.000041	0.000014	1.6642	0.189633
Error	41	0.000340	0.000008		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 14. Análisis de covarianza para el crecimiento en Volumen promedio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.000000	0.000000	0.00128	0.971772
Bloque	3	0.001752	0.00584	2.94097	0.052603
Tratamiento	3	0.001148	0.000383	1.92642	0.151128
Bloque-Tratamiento	9	0.004033	0.000448	2.25609	0.052367
Error	25	0.004966	0.000199		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 15. Análisis de varianza para el volumen promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.002770	0.000923	3.3919	0.026782
Tratamiento	3	0.001261	0.000420	1.5438	0.217659
Error	41	0.011163	0.000272		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 16. Análisis de varianza para el área basal por hectárea a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	23.00	7.67	0.0850	0.967867
Tratamiento	3	1437.03	479.01	5.3100	0.003477
Error	41	3698.56	90.21		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 17. Análisis de varianza para el volumen por hectárea a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	1647	558	0.2042	0.892900
Tratamiento	3	35703	11901	4.3552	0.009415
Error	41	112037	2733		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 18. Análisis de covarianza para el índice de esbeltez.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	3.03516	3.03516	2.65169	0.113562
Bloque	3	36.77684	12.25895	10.71013	0.000054
Tratamiento	3	13.30267	4.43422	3.87400	0.018374
Bloque* tratamiento	9	13.44099	1.49344	1.30476	0.274212
error	31	35.48298	1.14461		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 19. Análisis de varianza para el índice de esbeltez promedio a 3 años de aplicado.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.05182	0.01727	2.440	0.077990
Tratamiento	3	0.04536	0.01512	2.136	0.110380
Error	41	0.29018	0.00708		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 20. Análisis de covarianza para el incremento en diámetro a 0.30 m.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.017296	0.017296	0.153539	0.698496
Bloque	3	0.529542	0.176514	1.566944	0.222223
Tratamiento	3	0.450628	0.150209	1.333433	0.285888
Bloque-Tratamiento	9	0.501551	0.055728	0.494706	0.864114
Error	25	2.816214	0.112649		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 21. Análisis de varianza para el incremento diámetro a 0.30 m a 3 años de la aplicación del aclareo

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.80632	0.26877	2.7963	0.054452
Tratamiento	3	0.54087	0.18029	1.8757	0.15195
Error	35	3.36410	0.09612		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 22. Análisis de covarianza para el incremento en diámetro a 1.30 m.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.009480	0.009480	0.129093	0.722391
Bloque	3	0.552535	0.184178	2.507944	0.081957
Tratamiento	3	0.427656	0.142552	1.941120	0.148778
Bloque-Tratamiento	9	0.678399	0.075378	1.026413	0.446787
Error	25	1.835951	0.073438		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 23. Análisis de varianza para el incremento diámetro a 1.30 m, a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.642658	0.214219	2.91323	0.047912
Tratamiento	3	0.467628	0.155876	2.11980	0.115334
Error	35	2.573661	0.073533		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 24. Análisis de covarianza para el incremento en altura total promedio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.00812	0.000812	0.016621	0.898541
Bloque	3	0.183756	0.061252	1.253980	0.313363
Tratamiento	3	0.258733	0.086244	1.765636	0.181803
Bloque-Tratamiento	9	0.598173	0.066464	1.360678	0.261797
Error	23	1.123459	0.048846		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 25. Análisis de varianza para el incremento en altura total promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.24094	0.08031	1.5106	0.229939
Tratamiento	3	0.27452	0.09151	1.7211	0.181714
Error	33	1.75447	0.05317		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 26. Análisis de covarianza para el incremento en altura promedio de fuste limpio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.025170	0.025170	0.817736	0.375218
Bloque	3	0.029727	0.009909	0.321933	0.809429
Tratamiento	3	0.198404	0.066135	2.148627	0.121694
Bloque-Tratamiento	9	0.286597	0.031844	1.034573	0.443499
Error	23	0.707939	0.030780		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 27. Análisis de varianza para el incremento en altura promedio de fuste limpio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.039875	0.013292	0.42782	0.734385
Tratamiento	3	0.209266	0.069755	2.24522	0.101395
Error	33	1.025258	0.031068		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 28. Análisis de covarianza para el incremento en área de copa.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.15827	0.158270	0.36312	0.552206
Bloque	3	24.29194	8.097312	18.57768	0.000002
Tratamiento	3	7.11055	2.370184	5.43792	0.005103
Bloque*Tratamiento	9	4.00205	0.444672	1.02021	0.451092
Error	25	10.89656	0.435862		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 29. Análisis de varianza para el incremento área de copa a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	24.51727	8.17242	17.5055	0.000000
Tratamiento	3	7.23190	2.41063	5.1636	0.004634
Error	35	16.33968	0.46685		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 30. Análisis de covarianza para el incremento en área basal promedio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.000000	0.000000	0.145583	0.706016
Bloque	3	0.000002	0.000001	2.405696	0.091150
Tratamiento	3	0.000001	0.000000	1.564481	0.222813
Bloque-Tratamiento	9	0.000004	0.000000	1.342311	0.265864
Error	25	0.000007	0.000000		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 31. Análisis de varianza para el incremento en área basal promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.000003	0.000001	2.64622	0.064224
Tratamiento	3	0.000002	0.000001	1.62397	0.201405
Error	35	0.000011	0.000000		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 32. Análisis de covarianza para el incremento en Volumen promedio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Densidad real	1	0.000002	0.000002	0.181260	0.673936
Bloque	3	0.000099	0.000033	2.638115	0.071645
Tratamiento	3	0.000028	0.000009	0.733349	0.541912
Bloque*Tratamiento	9	0.000162	0.000018	1.436450	0.225907
Error	25	0.000314	0.000013		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 33. Análisis de varianza para el incremento en volumen promedio a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	0.000117	0.000039	2.8537	0.051133
Tratamiento	3	0.000029	0.000010	0.7039	0.556119
Error	35	0.000477	0.000014		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 34. Análisis de varianza para el incremento en área basal por hectárea a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	16.4149	5.4716	1.87514	0.148881
Tratamiento	3	17.7387	5.9129	2.02636	0.125176
Error	41	119.6377	2.9180		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.

Anexo 35. Análisis de varianza para el incremento en volumen por hectárea a 3 años de la aplicación del aclareo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr
Bloque	3	616.37	205.46	1.38103	0.262098
Tratamiento	3	177.90	59.30	0.39861	0.754705
Error	41	6099.56	148.77		

FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; Pr>F= Probabilidad de F calculada.