UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

INFLUENCIA DE LA ALTITUD Y TIPO DE SUELO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page EN MACIZOS DE DIFERENTES EDADES EN EL CASERÍO SAN PEDRO, DISTRITO SAN JOSÉ DEL ALTO, JAÉN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Autores: **Bach. Lucero Stefanny Martino Santur**

Bach. Jhon Franklin Oblitas Troyes

Asesora: **Ms. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga**

Línea de investigación: Conservación, Manejo y Aprovechamiento de los Recursos Naturales

JAÉN – PERÚ, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

INFLUENCIA DE LA ALTITUD Y TIPO DE SUELO SOBRE EL CRECIMIENTO DE Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C

AUTOR

Lucero Stefanny Martino Santur Jhon Franklin Oblitas Troyes

RECUENTO DE PALABRAS

14560 Words

RECUENTO DE CARACTERES

66144 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

69 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.8MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 19, 2024 11:28 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 19, 2024 11:29 AM GMT-5

5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Christiaan Zayed Apaza Pansa
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de febrero del año 2024, siendo las 15:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. James Tirado Lara
Secretario : Mg. María Marleni Torres Cruz
Vocal : Dr. Segundo Sánchez Tello

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación
(X) Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **Influencia de la altitud y tipo de suelo sobre el crecimiento de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en macizos de diferentes edades en el caserío San Pedro, distrito de San José del Alto, Jaén,** presentado por el estudiante/egresado o Bachiller (es) Lucero Stefanny Martino Santur y Jhon Franklin Oblitas Troyes, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(15)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 16:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN viii

ABSTRACT iv

I. **INTRODUCCIÓN** 10

II. MATERIALES Y MÉTODOS 13

2.1. Materiales y equipos 13

2.2. Localización 14

2.3. Población, muestra, muestreo 15

2.3.1. Población 15

2.3.2. Muestra 15

2.3.3. Muestreo 15

2.3.4. Variables de estudio 15

2.3.4.1. Variable intervinientes 15

2.3.4.2. Variable dependiente 15

2.3.5. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos 15

2.3.5.1. Métodos 15

2.3.5.2. Técnicas 16

2.3.5.3. Procedimientos e instrumentos de recolección de datos 16

III. RESULTADOS 23

3.1. Crecimiento de *R. rospigliosii* en macizos de diferentes edades y altitudes 23

3.1.1. Incremento del diámetro de la especie 23

3.1.2. Incremento corriente anual por clase diamétrica 25

3.2. Comparación de crecimiento (IMA) de *R. rospigliosii* en macizos de edades y altitudes diferentes. 28

3.3. Productividad de la especie en macizos de diferentes edades y altitudes. 33

IV. **DISCUSIÓN** **35**

V. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** **39**

VI. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** **41**

AGRADECIMIENTO **49**

DEDICATORIA **50**

ANEXOS **51**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Códigos de forma y defecto de fuste, códigos de sanidad del sistema MIRA-SILV. 18
Tabla 2 Relación del incremento corriente anual con clase diamétrica para la especie *R. rospigliosii* de 2 años de edad. 26
Tabla 3 Relación del incremento corriente anual con clase diamétrica para la especie *R. rospigliosii* de 7 años de edad. 26
Tabla 4 Relación del incremento corriente anual con clase diamétrica para la especie *R. rospigliosii* de 15 años de edad. 27
Tabla 5 Variación del incremento medio anual de DAP, altura, volumen y parámetros del suelo. 34
Tabla 6 Resumen de promedios de IMA por macizo. 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización de la zona de estudio y de las parcelas evaluadas. 14
Figura 2 Medición de diámetro de los árboles. 17
Figura 3 Forma y defecto de fuste de árboles en pie del sistema MIRA- SILV. 18
Figura 4 Códigos de posición sociológica del Sistema MIRA-SILV. 18
Figura 5 Etiquetado de las muestras de suelo. 21
Figura 6 Incremento corriente anual (ICA) de diámetro para la especie *R. rospigliosii*, en el caserío San Pedro-San José del Alto. 24
Figura 7 Incremento Corriente Anual (ICA) acumulado de DAP sobre Altitud (msnm). . 25
Figura 8 Coeficiente de correlación de las variables altitud y propiedades del suelo..... 28
Figura 9 Incremento Medio Anual (IMA) en Altura de los macizos de 2,7 y 15 años. 29
Figura 10 Incremento Medio Anual (IMA) del DAP de los macizos de 2,7 y 15 años. 30
Figura 11 Incremento Medio Anual (IMA) del volumen de los macizos de 2,7 y 15 años..... 31
Figura 12 Crecimiento en diámetro, altura, área basal y volumen de *R. rospigliosii* durante el periodo de evaluación de los macizos. 32

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Mapa de ubicación de la parcela 1 y distribución de los macizos de 2 años de edad evaluados..... 51
Anexo 2 Mapa de ubicación de la parcela 2 y distribución de los macizos de 7 años de edad evaluados..... 52
Anexo 3 Mapa de ubicación de la parcela 3 y distribución de los macizos de 15 años de edad evaluados..... 53
Anexo 4 Tabla de registro de árboles en pie según metodología del Sistema MIRA-SILV. 54
Anexo 5 Incremento periódico (IP) e incremento corriente anual (ICA) para la especie *R. rospigliosii* de 2 años de edad. 56
Anexo 6 Incremento periódico (IP) e incremento corriente anual (ICA) para la especie *R. rospigliosii* de 7 años de edad..... 58
Anexo 7 Incremento periódico (IP) e incremento corriente anual (ICA) para la especie *R. rospigliosii* de 15 años de edad..... 59
Anexo 8 Resultado de análisis de suelo de la parcela 1 de 2 años de edad..... 61
Anexo 9 Resultado de análisis de suelo de la parcela 2 de 7 años de edad..... 63
Anexo 10 Resultados de análisis de suelo de la parcela 3 de 15 años de edad. 63
Anexo 11 Recolección de la muestra de suelo de la parcela 2, macizos de 7 años de edad. 65
Anexo 12 Registro de la georreferenciación de los macizos de 7 años de edad. 65
Anexo 13 Registro de las variables dasométricas (DAP, altura) en los macizos de 15 años de edad de *R. rospigliosii.* 66
Anexo 14 Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP). 66
Anexo 15 *R. rospigliosii* de 15 años de edad, con código P3R26..... 67
Anexo 16 Tabla cruzada N° de parcela*Posición sociológica de las parcelas de R. Rospigliosii evaluadas..... 68
Anexo 17 Cálculos dasométricos de las principales variables de crecimiento en la última medición realizada..... 69

RESUMEN

Retrophyllum rospigliosii es una conífera nativa de los bosques nublados del departamento de Cajamarca, catalogada como especie vulnerable (UICN). El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de la altitud y el tipo de suelo sobre el crecimiento de *R. rospigliosii* en macizos de diferentes edades (2, 7 y 15 años), en el distrito San José del Alto-Caserío San Pedro, Jaén. Para la recolección y procesamiento de datos se tuvo en cuenta la metodología del sistema MIRA-SILV donde las principales variables a medir fueron DAP, altura total y volumen. *R. rospigliosii* mostro IMA de DAP, altura y volumen para la edad de 2 años (2.1 cm/año, 1.5 m/año, 0.001 m^3/ha/año); 7 años (2.8 cm/año, 1 m/año, 0.0139 m^3/ha/año) y para 15 años (1.5 cm/año, 0.8 m/año, 0.0165 m^3/ha/año) respectivamente, además un ICA de DAP (1.1, 1.3 y 1.5 cm/año) para las plantaciones de 2, 7 y 15 años, ubicadas a una altitud de 1570, 1620 y 1800 msnm ; el pH fue de 6.45, 6.05 y 5.79, respectivamente. Existe una correlación positiva considerable entre ICA de DAP, IMA de volumen con altitud, por el contrario, existe una correlación negativa muy fuerte de M.O, Ca, Mg, C.I.C.E, ICA de DAP, IMA de volumen con pH.

***Palabras clave*:** Incremento Corriente Anual (ICA), Incremento Medio Anual (IMA), DAP, volumen, propiedades físicas y químicas del suelo.

ABSTRACT

Retrophyllum rospigliosii is a conifer native to the cloud forests of the department of Cajamarca, classified as a vulnerable species (UICN). The objective of this research was to determine the influence of altitude and soil type on the growth of *R. rospigliosii* in clumps of different ages (2, 7 and 15 years), in the district of San José del Alto-Caserío San Pedro, Jaén. For data collection and processing, the MIRA-SILV system methodology was used, where the main variables to be measured were (DAP), total height and volume. *R. rospigliosii* showed mean annual increases in DAP, height and volume for 2 years of age (2.1 cm/year, 1.5 m/year, 0.001 m^3/ha/year); for 7 years (2.8 cm/year, 1 m/year, 0.0139 m^3/ha/year) and for 15 years (1.5 cm/year, 0.8 m/year, 0.0165 m3/ha/year), respectively; also an ICA of DAP (1.1, 1.3 and 1.5 cm/year) for the 2, 7 and 15 year old plantations, located at an altitude of 1570, 1620 and 1800 meters above sea level; the pH was 6.45, 6.05 and 5.79, respectively. There is a considerable positive correlation between ICA of DAP, IMA of volume with altitude, on the contrary there is a very strong negative correlation of M.O, Ca, Mg, C.I.C.E, ICA of DAP, IMA of volume with pH.

***Key words*:** Annual Current Increase (ICA), Average Annual Increase (IMA), DAP, volume, physical and chemical properties of the soil.

I. INTRODUCCIÓN

Según Loera y Sepulveda (2015) el proceso de crecimiento se refiere al desarrollo que sufre un árbol o masa forestal, dando como resultado un aumento en el espesor, la altura y el volumen general de la madera en pie. Por el contrario, el incremento se refiere al crecimiento que experimenta un árbol o masa forestal durante un período de tiempo específico. El término "crecimiento" normalmente se refiere a toda la vida útil de un árbol o masa forestal, mientras que "incremento" se refiere a un tiempo específico, a menudo un año.

Para Klepac (1983) el crecimiento de las masas forestales es un proceso biológico que se ve afectado por diversos factores como la composición genética de las especies, la densidad de población, la edad de los árboles y aspectos ambientales como el tipo de suelo, la topografía, el viento, la luz solar, la temperatura y las precipitaciones. Excluyendo los factores genéticos, todos estos elementos juntos contribuyen a lo que se conoce como calidad del sitio o estación, que es información crucial para evaluar el crecimiento de los árboles. Se pueden desprender las siguientes definiciones de incremento:

- Incremento corriente anual (ICA), determina el crecimiento que logra un árbol en un periodo de tiempo de un año.
- Incremento periódico (IP), crecimiento de un árbol que alcanza en un tiempo determinado.
- Incremento total (IT), crecimiento de un árbol en todo su periodo de vida.
- Incremento periódico anual (IPA), es el resultado del promedio anual del incremento periódico. Al incremento periódico anual comúnmente es llamado incremento corriente.
- Incremento medio anual (IMA), se obtiene dividiendo las dimensiones de un árbol o una masa entre su edad.

El cambio en las condiciones del suelo y el clima a lo largo de los gradientes altitudinales influye en las especies forestales, causando alteraciones en su crecimiento y altura a medida que aumenta la altitud. De manera similar, también disminuye la densidad y diversidad de estas especies a medida que se

asciende (Murga et al., 2021). La principal fuente de nutrientes para el crecimiento de las plantas es la materia orgánica presente en el suelo (Wu et al., 2021). Las modificaciones en las variaciones de altitud tienen un impacto en diversos aspectos del entorno, como el clima, la humedad y la luz, los cuales a su vez afectan las características físicas y químicas del suelo en áreas cubiertas de vegetación baja y el crecimiento y progreso de los árboles (Zhao et al., 2005; Souza et al., 2023). A altitudes inferiores a 3000 m, los valores del pH del suelo disminuyen, pero por encima de esta altitud, tienden a aumentar. Por otro lado, la presencia de materia orgánica, carbono orgánico, carbono total (CT), nitrógeno total (NT) y la relación C/N del suelo tienden a aumentar hasta los 3000 m. No obstante, por encima de esta altitud, estos valores tienden a disminuir. A medida que la altitud aumenta, los niveles de potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe) y aluminio (Al) en el suelo disminuyen debido a la influencia de las bajas temperaturas y la humedad del suelo (Murga et al., 2021).

Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N. Page es una importante conífera nativa de la familia Podocarpaceae, distribuida en los bosques montanos tropicales del Perú, entre los 1200 a 3750 metros sobre nivel del mar (msnm) (Mill, 2016). Se encuentra catalogada como especie vulnerable (VU) en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) Arteaga et al. (2020); Gardner y Thomas (2013); More (2018). Es conocido comúnmente como “romerillo macho” (Vicuña, 2005; Arteaga et al., 2020; Flores, 2021); ulcumano, diablo fuerte (Vicuña, 2005); pino romerón (Vásquez y Alcántara, 2009); (Cueva et al., 2013); pino hayuelo (Gardner y Thomas, 2013); pino chaquiro (Ceballos y López, 2008; Naranjo y Chávez, 2015) y pino colombiano (Ramírez et al., 2021). Entre las especies y variedades de la familia Podocarpaceae, el “romerillo macho”, es considerado para la producción de madera fina para ebanistería, ya que posee un gran porte, fuste recto y poco ramificado. Además, es una posible fuente de pulpa para papel, taninos, revestimientos, chapas decorativas, tableros aglomerados, contrachapados de uso general y molduras (Vásquez y Alcántara, 2009).

Cárdenas (2016) menciona que los crecimientos dimétricos registrados en estudios de *R. rospigliosii* (en bosques naturales) muestran incrementos de 0.1 cm y 0.8 cm anuales; mientras tanto Ramírez et al. (2021) en su investigación en plantaciones de 20 años obtuvo que su incremento en DAP en promedio es 1.0 a 1.2 cm anuales; asimismo, concluye que el crecimiento en diámetro aumentó linealmente independientemente del tratamiento con fertilizante y su ritmo comenzó a disminuir aproximadamente ocho años después de la plantación.

El romerillo es una conífera nativa de la zona de San Pedro- San José del Alto-Jaén, y que en la actualidad viene siendo aprovechada por las características de su madera generando tala indiscriminada y la reducción de ejemplares; sumado a ello, sin intervención en el bosque su crecimiento es lento, por lo cual, resulta de especial interés conocer cómo es el comportamiento de la especie en macizos forestales instalados en diferentes altitudes y tipo de suelo. Sin embargo, aún existen poblaciones de *R. rospigliosii* de diferentes edades instaladas en diversas parcelas de la zona, la gran mayoría promovidas por los pobladores en su afán de conservar las cabeceras de cuenca y luego asociadas a sus plantaciones de café. En ese contexto y con el propósito de sistematizar información del crecimiento del romerillo macho en la zona y generar datos sobre la influencia de las variables suelo y altura en el crecimiento de la misma, se propone la presente investigación, cuyo fin es demostrar a la comunidad que esta especie puede brindar grandes beneficios optimizando su crecimiento y dejando abierta la posibilidad de realizar futuras investigaciones sobre el manejo silvicultural que permita optimizar tiempos y minimizar costos, mediante metodologías compatibles de manera que se podría seguir indirectamente, obteniendo datos de crecimiento e influencia de las variables antes descritas. Los objetivos fueron estimar el crecimiento de *R. rospigliosii* en macizos de diferentes edades y altitudes, comparar los datos del crecimiento (IMA) de *R. rospigliosii* en macizos de edades y altitudes diferentes y determinar la productividad de la especie en macizos de diferentes edades y altitudes

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales y equipos

a. Materiales de campo

- Papel bond A4
- Lapiceros
- Corrector
- Lápiz
- Borrador
- Cartulina
- Plumón indeleble
- Esmalte
- Pincel
- Cinta métrica
- Pajarrafia
- Cinta Scotch
- Vara de 4m
- Machete
- Palana
- Bolsas
- Plástico
- Balde

b. Equipos

- Laptop Toshiba
- Laptop Lenovo
- Gps Garmin 78s
- Celular Smartphone

c. Software

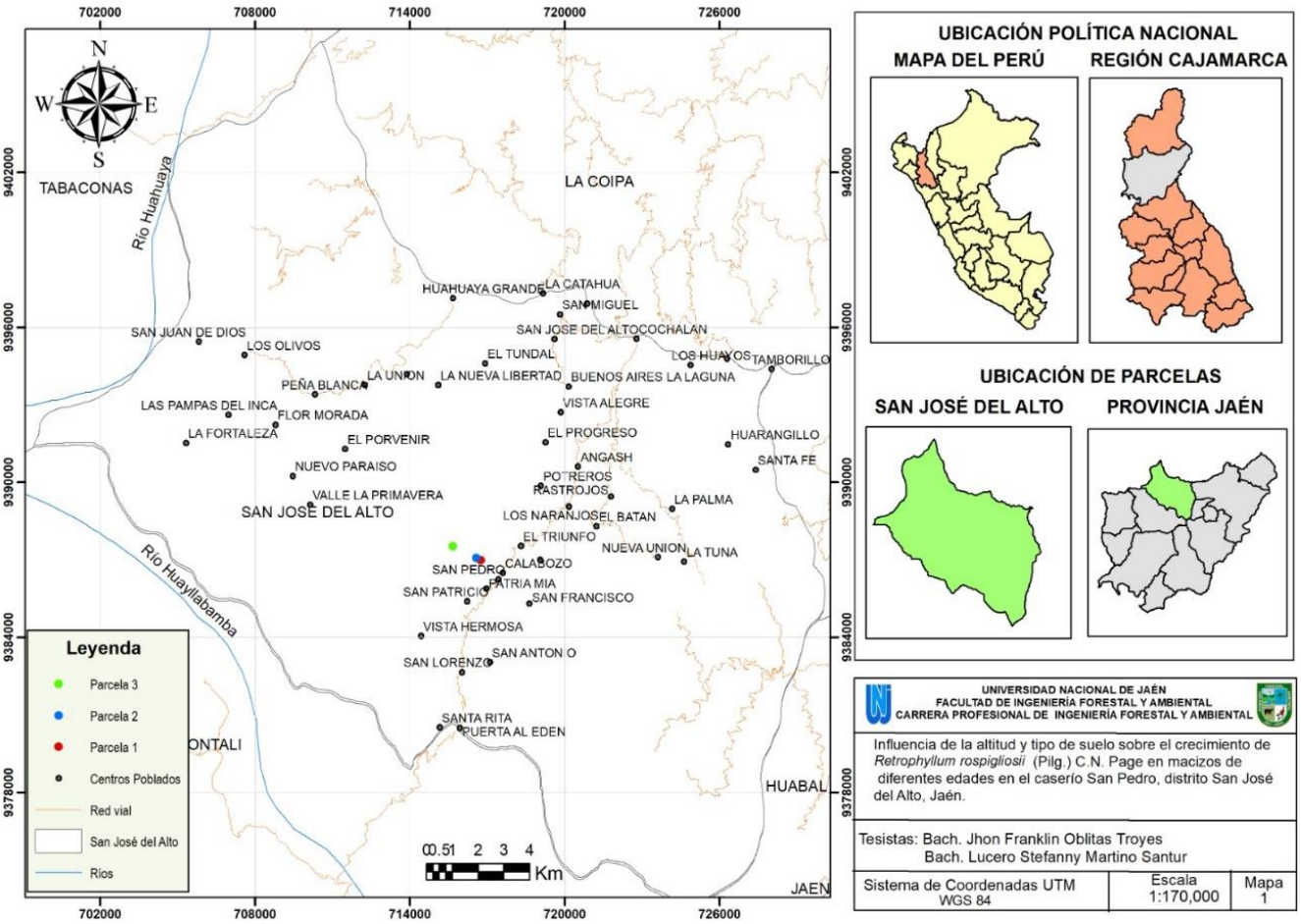
- Microsoft Exel 2013
- Microsoft Word 2013
- Software SPSS Statistics 25
- AutoCAD 2022
- Arcgis 10.5
- RStudio 4.3.1

2.2. Localización

Esta investigación se realizó en el caserío San Pedro, Distrito de San José del Alto, Provincia de Jaén, región Cajamarca – Perú. A una altitud de 1366 msnm. Con coordenadas UTM: 9386206N 717464E 17m (Figura 1).

Figura 1

Localización de la zona de estudio y de las parcelas evaluadas.



Nota. Procesamiento de archivos del SIAR Región Cajamarca (http://sigr.regioncajamarca.gob.pe/)

2.3. Población, muestra, muestreo

2.3.1. Población

Corresponde a todos los árboles de romerillo por cada parcela.

2.3.2. Muestra

Para la elección de la muestra se tuvo en cuenta variables como la altitud y la edad de los macizos, de tal forma que se ubicaron individuos en tres parcelas de 2, 7 y 15 años de edad, (45 por cada una) haciendo un total de 135 árboles.

2.3.3. Muestreo

Para la elección de los individuos se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia de tal forma que se eligieron a 45 árboles por parcela con fuste recto, fácil acceso y buen estado fitosanitario. Cada parcela fue recorrida hasta cumplir con el número mínimo de la muestra por parcela y eligiendo los arboles bajo criterios establecidos en la metodología MIRA-SILV. (Anexo 4)

2.3.4. Variables de estudio

2.3.4.1. Variable intervinientes

-Altitud

-Tipo de suelo

2.3.4.2. Variable dependiente

-Crecimiento

2.3.5. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.3.5.1. Métodos

El método considerado fue la evaluación y medición de las variables dasométricas (altura total, altura comercial, DAP) de los macizos de *R. rospigliosii* bajo la metodología de (Ramirez, 2017; Barturén, 2018). Las mediciones se realizaron cada 6 meses, durante un año. Además, se realizó un análisis químico de suelo en cada parcela, para la obtención de la muestra se utilizó la metodología de Garay (2010).

2.3.5.2. Técnicas

Mediante la observación directa y medición de datos dasometricos se buscó recolectar la información requerida para la evaluación del crecimiento de *R. rospigliosii*. Los datos obtenidos fueron registrados en un formato de campo de árboles en pie del sistema MIRA-SILV para su posterior análisis estadístico en Microsoft Exel 2013 y RStudio 4.3.1.

2.3.5.3. Procedimientos e instrumentos de recolección de datos

1. Estimar el crecimiento de *R. rospigliosii* en macizos de diferentes edades y altitudes

A. Toma de datos en las plantaciones o macizos

1) Para el registro de datos se elaboró un formulario con información estandarizada para la medición de variables dasométricas (altura, DAP), códigos de forma y defecto de fuste y posición sociológica, en la cual se consideró la metodología del Sistema MIRA-SILV (Anexo 4) adaptado de (Ramirez, 2017).
2) Se efectuó la georreferenciación del perímetro y de cada individuo con un Gps Garmin 78s.

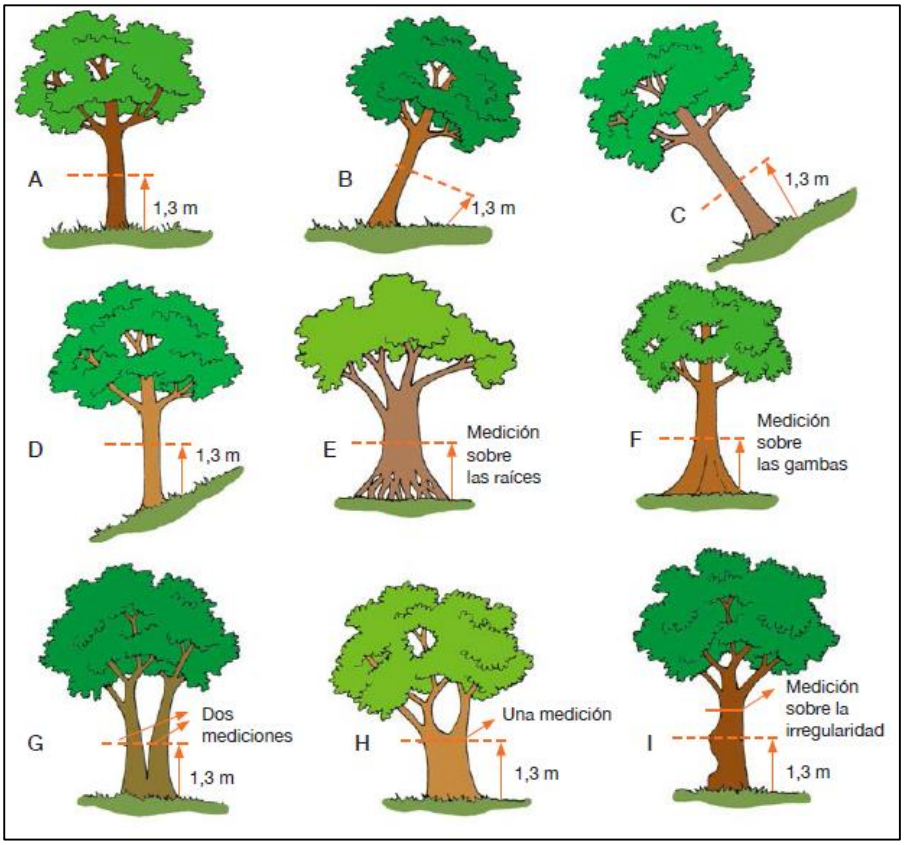
B. Evaluación y medición de los macizos

Se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1) La limpieza de malezas de la plantación para tener una mejor visualización y favorezca la medición de las variables dasométricas (Ramirez, 2017).
2) Cada árbol fue marcado y consignado con un código de acuerdo a la parcela que se evaluó: P1R1, P2R1, P3R1, desde la parte alta, media y baja de cada una de las parcelas:
   - P1: Parcela 1, R1: Romerillo 1
   - P2: Parcela 2, R1: Romerillo 1
   - P3: Parcela 3, R1: Romerillo 1
3) Se tomaron medidas del diámetro del árbol con una cinta métrica (cm), calculándose la Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP). La altura se estimó con una vara de 4 m (Barturén, 2018).
4) Para arboles bifurcados se tuvo en cuenta la altura de la bifurcación, si esta es < 1.30 se realizaron 2 mediciones; aplicando lo recomendado por (Serrano et al., 2019) letra G (Figura 2).

Figura 2

Medición de diámetro de los árboles.



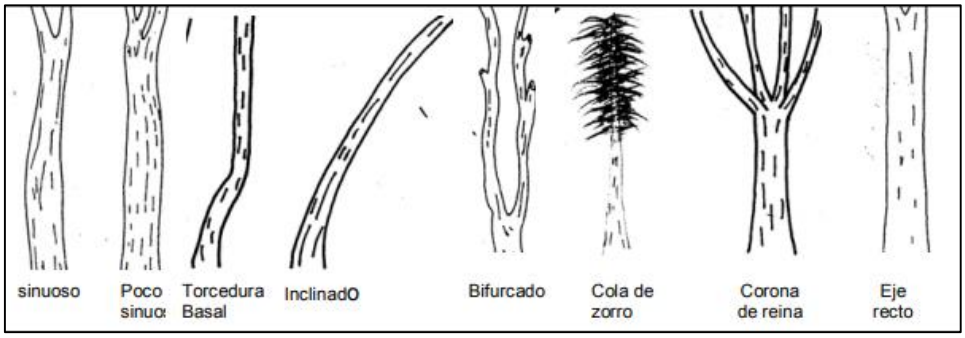
Fuente. Serrano et al. (2019)

C. Procesamiento para la recolección de datos

Los datos cuantitativos y cualitativos recolectados en campo y clasificados de acuerdo a lo observado en (Figura 3), (Figura 4) y (Tabla 1) sustentados por Nuñez (2008), fueron transcritos a una hoja Excel para su análisis correspondiente.

Figura 3

Forma y defecto de fuste de árboles en pie del sistema MIRA- SILV.



Fuente. Nuñez (2008)

Tabla 1

Códigos de forma y defecto de fuste, códigos de sanidad del sistema MIRA-SILV.

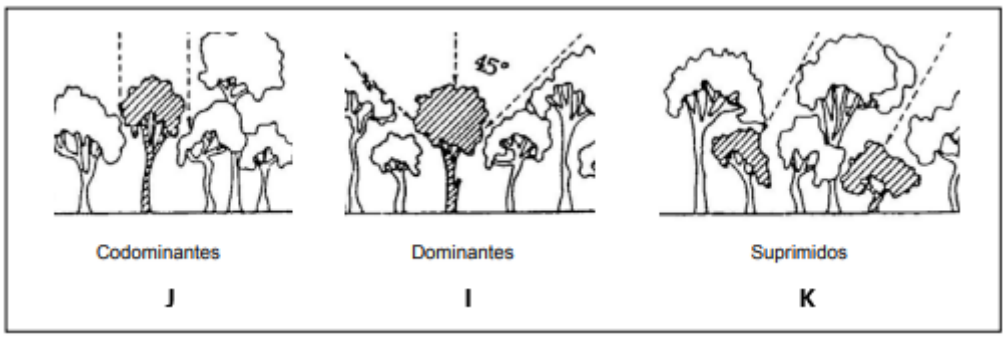
Códigos de forma y defecto de fuste		Código de sanidad
Muy sinuoso	3 a	Vigoroso
Poco sinuoso	2 b	Muerto en pie
Torcedura basal	4 c	Muerto caído
Bifurcado	5	
Inclinado	6	
Cola de Zorro	1	
Eje recto y sin defecto de forma	L	

Adaptado de Nuñez (2008)

La Figura 4 muestra los códigos de posición sociológica establecidos en el formato de campo de árboles en pie del Sistema MIRA-SILV.

Figura 4

Códigos de posición sociológica del Sistema MIRA-SILV.



Adaptado de Nuñez (2008)

2. Comparar los datos del crecimiento de *R. rospigliosii* en macizos de edades y altitudes diferentes.

A. Determinación del incremento medio anual de los parámetros dasométricos

Una vez digitalizada la información de las mediciones de los macizos para conocer las variables de interés como son el DAP, altura total posteriormente se calculó el área basal, volumen**,** IMA de (DAP, altura total, volumen total).

- El Área basal (***AB***) de árboles en pie se calculó con la ecuación (1):

$$\boldsymbol{AB = \frac{\pi}{4} x\, D^2} \quad (1)$$

Dónde:

AB = Área basal (m2)
D = Diámetro (m)

- El volumen de árboles en pie se calculó con la ecuación (2):

$$\boldsymbol{V = AB\ x\ AT\ x\ FF} \quad (2)$$

Dónde:

V = Volumen (m^3)
AB = Área basal (m^2)
AT = Altura Total (m)
FF = Factor de Forma

- Se utilizó un Factor de Forma 0.45 (Lau y Dir, 2009; Estremadoyro, 2014; Melgarejo et al., 2015; Túqueres, 2016).
-

- El incremento medio anual (IMA) se calculó con la ecuación (3) Méndez (2022):

$$\boldsymbol{IMA = \frac{Y_t}{t_0}} \quad (3)$$

Dónde:

IMA = Incremento medio anual
t0 = Edad a partir del tiempo cero (años)
Yt = Dimensión de la variable considerada

- Por ejemplo, para el caso del volumen se tiene mediante la ecuación (4):

$$\boldsymbol{IMA(volumen)} = \frac{\boldsymbol{volumen}}{\boldsymbol{edad}} \qquad (4)$$

- El incremento corriente anual (ICA) se calculó con la ecuación (5):

$$\boldsymbol{ICA} = \boldsymbol{Y_{(t+1)}} - \boldsymbol{Y_t} \qquad (5)$$

Dónde:

ICA = Incremento corriente anual
Y = Dimensión de la variable considerada
t = Edad

- Para el caso del volumen se tiene mediante la ecuación (7):

$$\boldsymbol{ICA}\ (\boldsymbol{volumen}) = \boldsymbol{volumen}(\boldsymbol{fin\ de\ a\tilde{n}o}) - \boldsymbol{volumen}(\boldsymbol{inicio\ de\ a\tilde{n}o}) \qquad (7)$$

3. Determinar la productividad de la especie en macizos de diferentes edades y altitudes.

A. Análisis de suelo

1. Obtención de la muestra

Se utilizó la metodología de Garay (2010):

- Se recorrió cada parcela al azar en forma de zig – zag, se procedió a limpiar la hojarasca, restos de ramas, hierbas u otros objetos de los puntos elegidos para la toma de sub muestras.
- Se excavó un hoyo de 20 cm de profundidad en forma de V. Luego se extrajo una porción de tierra de 2 a 3 cm de ancho, en la que se procuró que no se destruya la estructura.
- Se seleccionó solo la parte céntrica de la porción de tierra que se encontraba en la palana, lo demás se excluyó con un machete. Los procesos anteriores se

repitieron hasta la obtención de 20 sub muestras. Asimismo, se georreferenció los puntos de donde se obtuvo la muestra.

- Luego se depositó las sub muestras de suelo recolectadas en un plástico y se mezclaron para después dividir el montículo en cruz desechando al azar dos lados quedándose con un kilo de suelo.

2. **Identificación de la muestra**

   Se etiquetó la muestra teniendo en cuenta fecha de muestreo, nombre del productor, DNI, ubicación, nombre de la parcela, área del muestreo, altitud (Figura 5).

Figura 5

Etiquetado de las muestras de suelo.



3. **Envío de las muestras**

   El análisis de laboratorio fue canalizado por la Unidad de Producción y Fortalecimiento Asociativo de la Cooperativa Agraria Cafetalera Cenfrocafe Perú (CENFROCAFE), quienes remitieron las muestras al laboratorio Valle Grande a razón de que existe un convenio entre ambas empresas.

4. **Tipo de análisis**

   EL tipo de análisis de suelo para cada parcela fue de caracterización en el cual evaluaron los parámetros: arena, arcilla, limo, clase textual, Carbonato de Calcio Total, Conductividad Eléctrica, pH, fosforo disponible, materia

orgánica (M.O), potasio disponible, calcio (Ca), magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Aluminio + Hidrógeno, P.A.I, C.I.C.E, Cobre (Cu), Zing (Zn), Manganeso (Mn), Hierro (Fe), Boro (B). Según Molina, (2007) los tipos de análisis son:

-**Rutina**: pH, Acidez Variable, calcio, magnesio, fosforo, azufre, hierro, cobre, zing y manganeso.

-**Muestreo primera vez**: Rutina + Textura, Materia Orgánica

-**Clasificación**: Anterior + CIC y Bases en Acetato de Amonio, Densidad Aparente y de Partículas, curvas de retención de humedad.

-**Riego por goteo**: rutina + conductividad eléctrica.

III. RESULTADOS

3.1. Crecimiento de *R. rospigliosii* en macizos de diferentes edades y altitudes

3.1.1. Incremento del diámetro de la especie

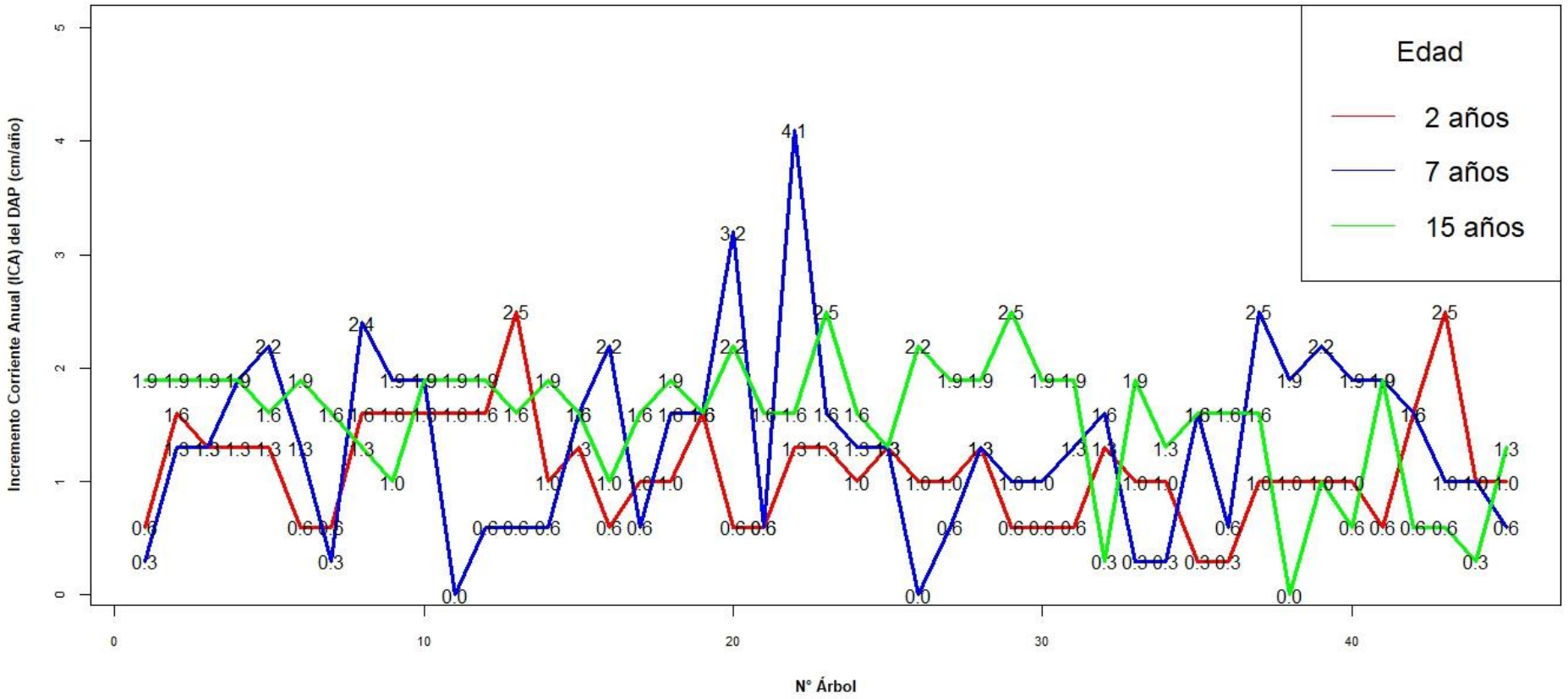
La Figura 6 muestra el comportamiento del incremento corriente anual de los 45 individuos por periodo etario evaluado. Se visualiza que los árboles de 2 años de edad con mayor crecimiento fueron los ubicados en el número 13 y 43, debido a que, durante el año de medición su diámetro se incrementó en 2.55 cm/año. Por el contrario, los árboles número 35, 36, presentaron el menor incremento, con 0.32 cm/año. Asimismo, el ICA promedio de diámetro para los macizos de *R. rospigliosii* de 2 años de edad fue 1.10 cm/año (Figura 7).

En cuanto a los árboles de 7 años de edad, el mayor crecimiento durante el año de medición lo obtiene el número 22, su diámetro tuvo un incrementó en 4.14 cm/año. En cambio, el menor incremento fue con 0.32 cm/año. Por el contrario, también hubo árboles que no presentaron incremento alguno siendo el número 11 y 26 (Figura 6). Además, el ICA promedio de diámetro para los macizos de *R. rospigliosii* de 7 años de edad fue 1.33 cm/año (Figura 7).

Con respecto a los árboles de 15 años de edad, se observa, que el de mayor crecimiento lo obtiene el número 29, puesto que su diámetro se incrementó en 2.55 cm/año, en contraste con el árbol número 38, el cual no presento incremento alguno (Figura 6). Asimismo, el ICA promedio de diámetro para los macizos de *R. rospigliosii* de 15 años de edad fue 1.55 cm/año (Figura 7).

Figura 6

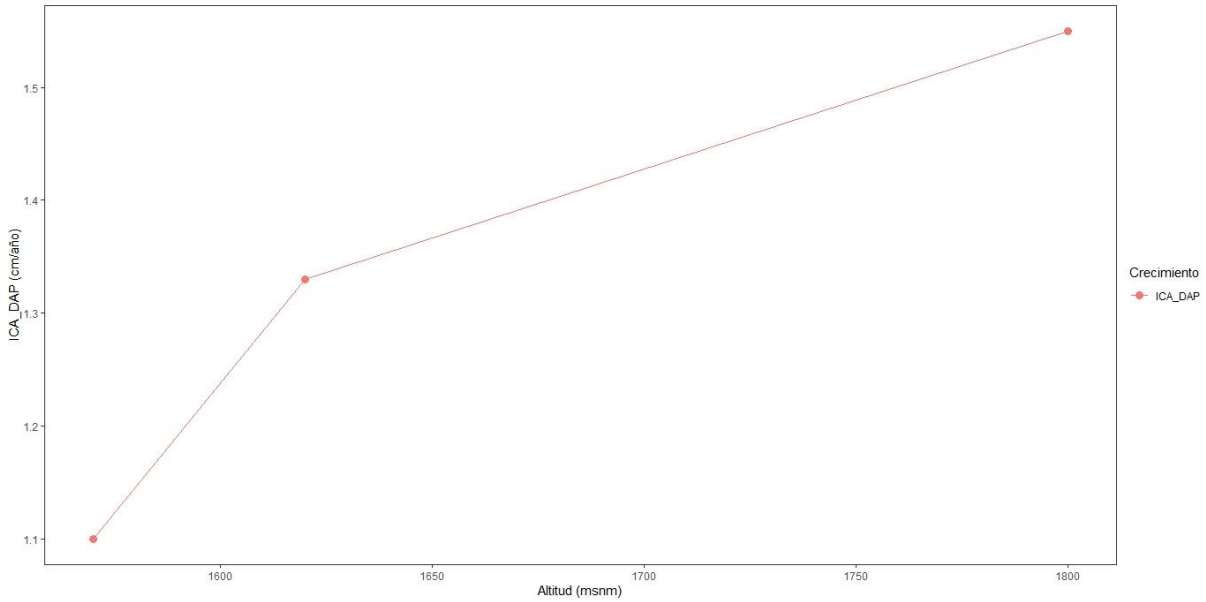
Incremento corriente anual (ICA) de diámetro para la especie R. rospigliosii, en el caserío San Pedro-San José del Alto.



La Figura 7 muestra que, a una altitud de 1570, 1620 y 1800 msnm se obtuvo un promedio de incremento en diámetro de 1.10, 1.33 y 1.55cm/año respectivamente, se visualiza un mayor incremento a una altitud de 1800 msnm, es decir la altitud influye en el crecimiento de *R. rospigliosii*.

Figura 7

Incremento Corriente Anual (ICA) acumulado de DAP sobre Altitud (msnm).



3.1.2. Incremento corriente anual por clase diamétrica

La Tabla 2 muestra, la distribución por clase diamétrica, de los individuos de romerillo de 02 años de edad, los cuales presentan un ICA promedio de 16.55 cm/año, siendo que la clase diamétrica 4.01 ≤ 8 presenta el mayor número de árboles equivalente a un 84.4 % del total de árboles, con un ICA total de 43.29 cm/año. Por el contrario, en la clase diamétrica >8 sólo se observa un árbol con un ICA de 1.59 cm/año.

Tabla 2

Relación del incremento corriente anual con clase diamétrica para la especie R. rospigliosii de 2 años de edad.

Parcela 1, clase diamétrica (cm)	N° de árboles	ICA (cm/Año)
$0 \leq 4$	6	4.77
$4.01 \leq 8$	38	43.29
>8	1	1.59
Total	**45**	
Promedio		**16.55**

Con respecto a la parcela de 07 años de edad se aprecia que, la clase diamétrica $20.01 \leq 30$ presenta el mayor número de árboles equivalente a un 64.4 % del total, con un ICA de 37.56 cm/año (Tabla 3). El ICA promedio por clase diamétrica es de 14.96 cm/año.

Tabla 3

Relación del incremento corriente anual con clase diamétrica para la especie R. rospigliosii de 7 años de edad.

Parcela 2, clase diamétrica (cm)	N° de árboles	ICA (cm/Año)
$0 \leq 10$	0	0.00
$10.01 \leq 20$	16	22.28
$20.01 \leq 30$	29	37.56
>30	0	0.00
Total	**45**	
Promedio		**14.96**

Asimismo, la Tabla 4 presenta que, la clase diamétrica 20.01 ≤ 30 presenta el mayor número de árboles equivalente a un 55.5 % del total con un ICA de 41.70 cm/año. El ICA promedio por clase diamétrica es de 17.43 cm/año.

Tabla 4

Relación del incremento corriente anual con clase diamétrica para la especie R. rospigliosii de 15 años de edad.

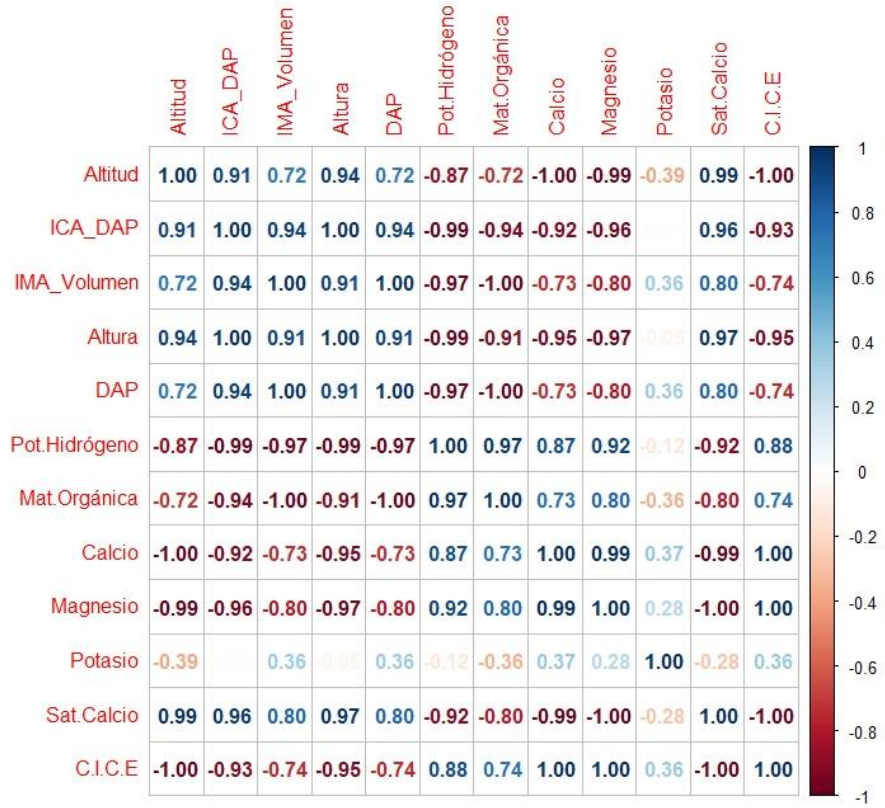
Parcela 3, clase diamétrica (cm)	N° de árboles	ICA (cm/Año)
0 ≤ 10	0	0.00
10.01 ≤ 20	10	9.55
20.01 ≤ 30	25	41.70
30.01 ≤ 40	10	18.46
Total	**45**	
Promedio		**17.43**

En la Figura 8 se muestra el valor estadístico de r de Pearson para las variables en estudio, siendo que existe una correlación negativa considerable de (-0.87) para la altitud y pH, es decir a medida que aumenta la altitud el pH disminuye en la misma proporción. Asimismo, existe una correlación negativa muy fuerte entre Altitud y los elementos del suelo Calcio y Magnesio de (-1.00) y (-0.99) respectivamente, a diferencia del Potasio con (-0.39) con correlación negativa débil.

En cuanto al ICA en diámetro se observa una correlación positiva muy fuerte de Altitud siendo (0.91), por el contrario, con pH existe una correlación negativa muy fuerte de (-0.99); es decir existe una relación directa del incremento del diámetro a mayor altitud, así como a mayor pH presenta una relación inversa en el incremento dimétrico de *R. rospigliosii*. Para IMA en volumen se observa una correlación positiva considerable de (0.72) con altitud.

Figura 8

Coeficiente de correlación de las variables altitud y propiedades del suelo.

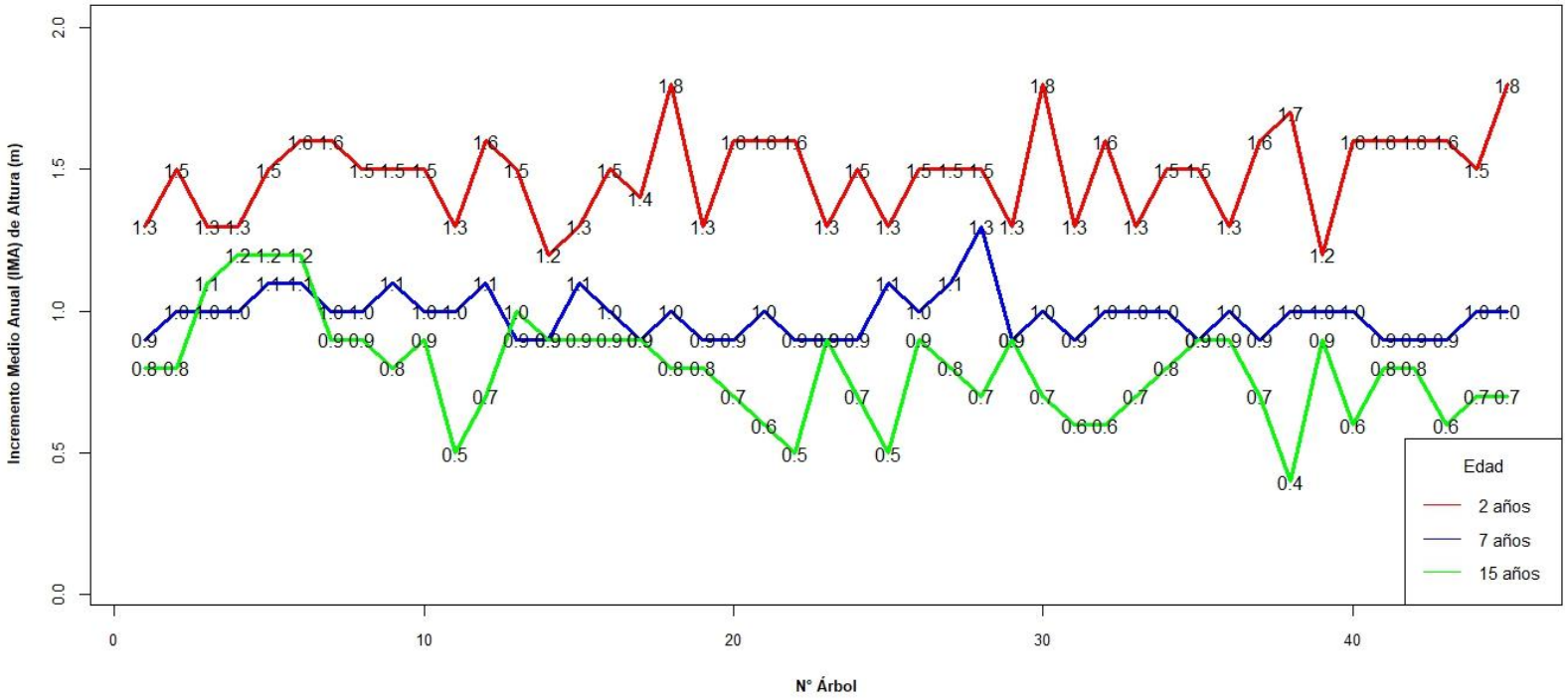


3.2. Comparación de crecimiento (IMA) de *R. rospigliosii* en macizos de edades y altitudes diferentes.

La Figura 9 muestra que, el IMA en altura de los macizos de 02 años de edad es superior que el de los macizos de 7 y 15 años; es decir, el incremento de sus dimensiones dasométricas en cuanto a la altura de los árboles de *R. rospigliosii* durante sus primeros años es notorio, esencialmente en los estadios iniciales.

Figura 9

Incremento Medio Anual (IMA) en Altura de los macizos de 2, 7 y 15 años.

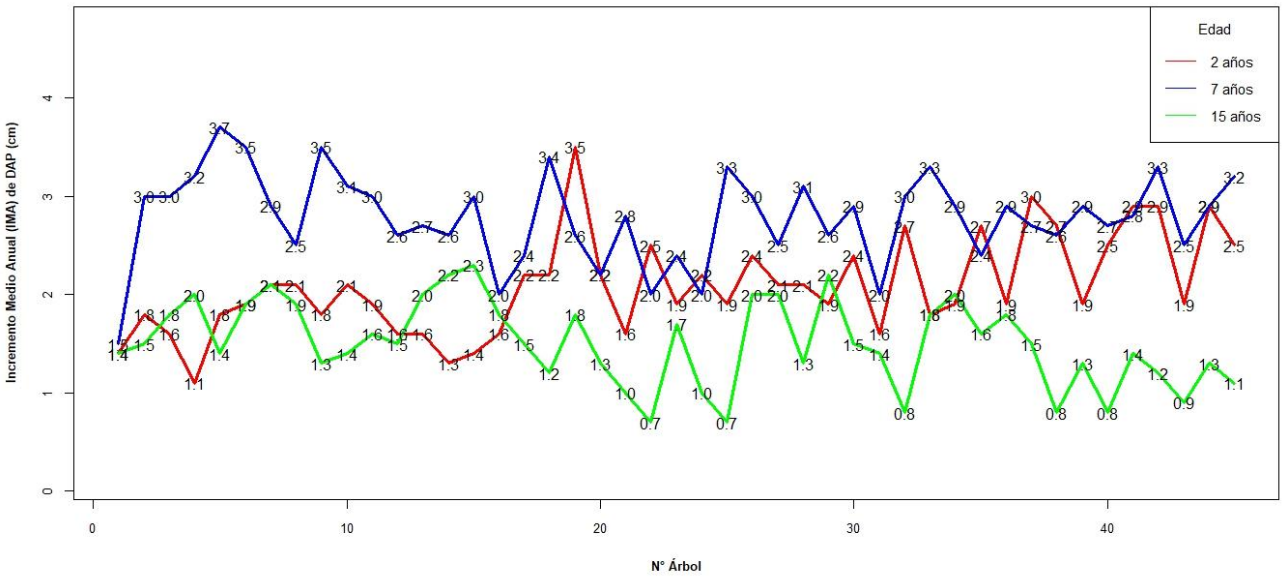


Por el contrario, para el IMA del DAP se observa un comportamiento diferente en los macizos de 2 y 15 años de edad, ya que al ser comparados con individuos de 7 años el resultado obtenido ha sido inferior, es decir menor crecimiento a mayor edad (Figura 10).

Para el IMA del DAP se observa que los macizos evaluados, a la edad de los 7 años presentan mayor incremento y a partir de los 15 años la tasa de crecimiento disminuye.

Figura 10

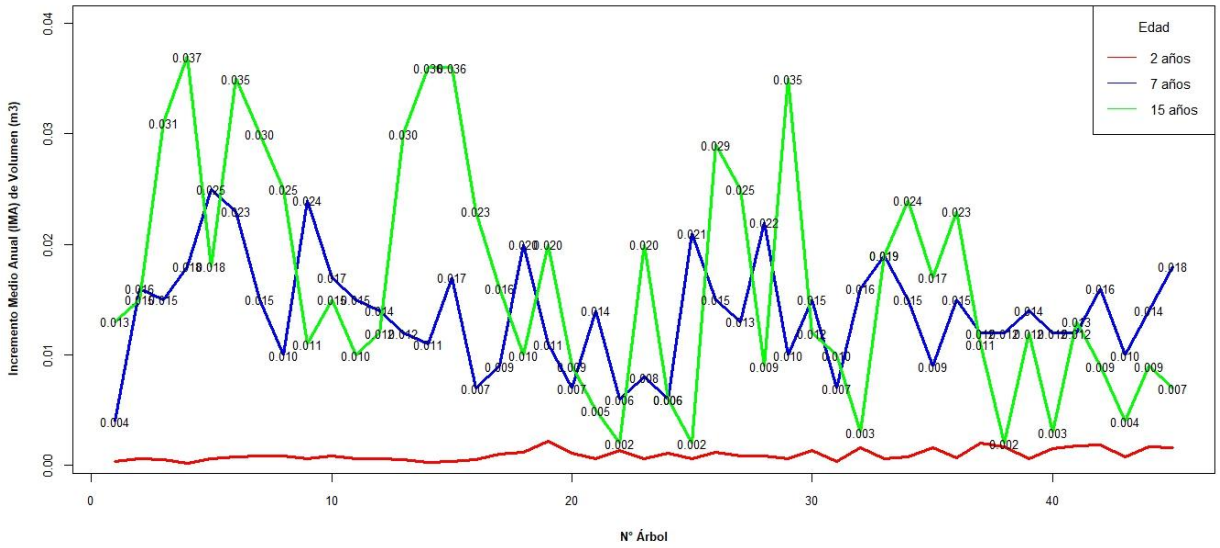
Incremento Medio Anual (IMA) del DAP de los macizos de 2, 7 y 15 años.



Por el contrario, los macizos de 15 años de edad llegan a tener IMA del volumen superior que los macizos de 7 y 2 años de edad, debido a que son árboles de mayor altura y diámetro (Figura 11).

Figura 11

Incremento Medio Anual (IMA) del volumen de los macizos de 2, 7 y 15 años.

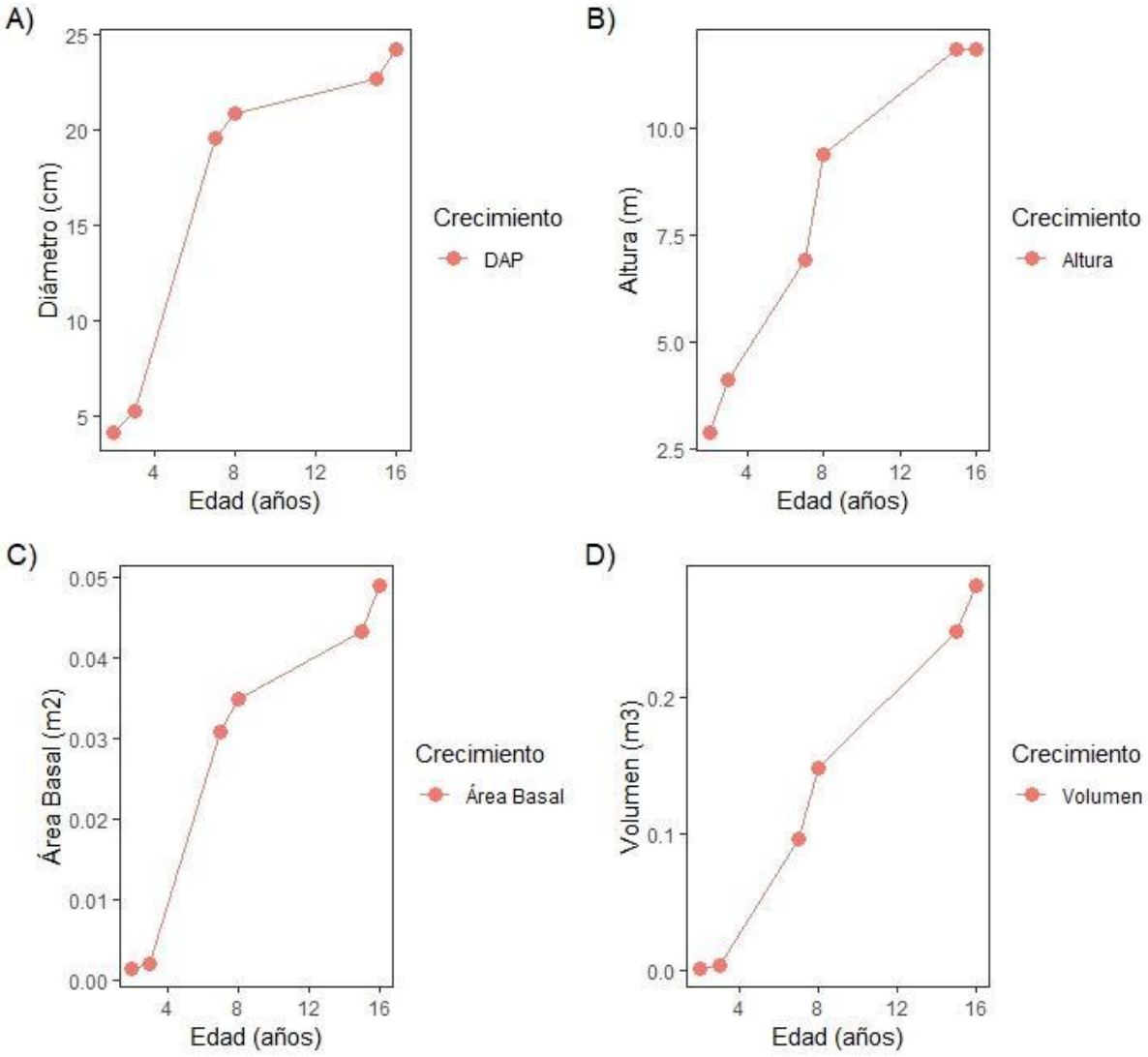


La Figura 12 muestra el promedio de las variables dasométricas (DAP, altura, área basal, volumen), durante 1 año (2021-2022) de medición para los macizos de 2, 7 y 15 años de edad, en las cuales se identificaron un incremento gradual del valor de las variables evaluadas, excepto para la variable dasometrica altura perteneciente a los macizos de 15 años de edad.

La Figura 12 muestra el promedio de las evaluaciones de todos los individuos, donde se demuestra que la tendencia es al incremento lineal en el crecimiento de DAP, altura, área basal y volumen.

Figura 12

Crecimiento en diámetro, altura, área basal y volumen de R. rospigliosii durante el periodo de evaluación de los macizos.



Nota. A) Diámetro vs Edad, B) Altura vs Edad, C) Área Basal vs Edad y D) Volumen vs Edad.

3.3. Productividad de la especie en macizos de diferentes edades y altitudes.

3.3.1. Variación en los niveles de pH

En los suelos de los macizos bajo estudio el valor del pH varió entre 5.79 y 6.45, valores que son considerados moderadamente ácidos. No obstante, la variación de IMA (volumen) en relación con el pH a 20 cm del suelo, se distinguió que en los macizos de 2 años de edad con pH 6.45 el promedio de IMA (volumen) es de 0.000097 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$, por el contrario, a los macizos de 7 años de edad con pH 6.05 el promedio de IMA volumen es de 0.01391 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$, mientras que en los macizos de 15 años de edad con pH 5.79 el promedio de IMA volumen es de 0.01654 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$; considerándose como el de mayor IMA Volumen (Tabla 5).

3.3.2. Variación del porcentaje de saturación de acidez extraíble

En la tabla 5, se aprecia que los macizos de *R. rospigliosii* con pH 6.45 y 6.05 tienen un mayor IMA para DAP y altura y presentan una Saturación de Acidez 0.31 y <0.04, por el contrario, el macizo de 15 años de edad con pH 5.79 muestra un menor incremento y una Saturación de Acidez de 0.70. Conforme al valor estadístico r indica que existe una correlación negativa muy fuerte de (-0.99) entre altura y pH y una correlación negativa muy fuerte de (-0.97) entre diámetro y pH, independientemente de la edad de los macizos.

3.3.3. Variación de la concentración y del porcentaje de saturación de Ca

En la tabla 5 se observa que los macizos de 7 años de edad tienen el mayor IMA en diámetro, debido a que el crecimiento dimétrico va aumentando a mayor edad, siendo 2.8 cm/año, con una Saturación de Calcio de 81%. En cuanto a la altura se aprecia que los macizos de 15 años de edad tienen el menor IMA, dado que el incremento va disminuyendo con el avance de la edad, entonces a mayor edad el crecimiento en altura es menor, siendo el IMA 0.8 m/año con una mayor Saturación de Calcio de 84%. Asimismo, se observa que la concentración de calcio disminuye en los macizos de mayor altitud, lo cual puede influir en su crecimiento.

Tabla 5

Variación del incremento medio anual de DAP, altura, volumen y parámetros del suelo.

Macizo	IMA DAP	IMA Altura	IMA Volumen	Saturación de Acidez (%)	Saturación de Calcio (%)	pH	Calcio	Altitud
Macizo de 2 años	2.1	1.5	0.00097	0.31	80	6.45	19.08	1570
Macizo de 7 años	2.8	1	0.01391	<0.04	81	6.05	18.2	1620
Macizo de 15 años	1.5	0.8	0.01654	0.7	84	5.79	13.22	1800

3.3.4. Crecimiento y productividad

En la Tabla 6, se observa que si se considera solo IMA DAP e IMA altura los macizos con mayor incremento son de menor edad. Si se considera sólo el valor de IMA volumen, los macizos de mayor productividad son los de 15 años de edad con 0.0165 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$. De acuerdo al resultado del valor estadístico r existe una correlación positiva considerable de (0.72) entre IMA volumen y Altitud, es decir a mayor altitud habrá una mejor productividad de *R. rospigliosii.*

Tabla 6

Resumen de promedios de IMA por macizo.

Promedio IMA				
Edad	DAP(cm)	Altura Total (m)	Volumen (m^3)	Altitud
2 años	2.1	1.5	0.001	1570
7 años	2.8	1	0.0139	1620
15 Años	1.5	0.8	0.0165	1800

IV. DISCUSIÓN

Los macizos de *R. rospigliossi* de 15 años de edad ubicados a una altitud de 1800 msnm mostraron mayor incremento en diámetro, obteniendo un promedio de ICA de 1.5 cm/año. Por su parte (Chamorro et al., 2016) obtuvieron un ICA dimétrico de 2.4 cm/año de coníferas a una altitud entre 3000 a 4240 msnm; así mismo, se determinó una correlación positiva muy fuerte de (0.91) entre ICA de DAP con altitud, por ello *R. rospigliosii* ha mostrado mayores incrementos en diámetro a una mayor altitud. De acuerdo con (Murga et al., 2021) los cambios de altitud afectan las condiciones climáticas, las características del suelo, la distribución de las especies y su funcionamiento biológico; por lo tanto, esto favorece los incrementos en diámetros y altura de especies propias de la zona. Zumaeta (2009) menciona que los arboles disminuyen su crecimiento a mayor edad.

En esta investigación los macizos de *R. rospigliossi* obtuvieron mayor crecimiento en los 1800 msnm (parcela de 15 años) donde se obtuvieron alturas máximas de 14 y 18 m con DAP de 35 y 31 cm. Por otro lado Ramírez et al.(2021) en una plantación de *R. rospigliosii* de 20 años, reportaron una altura total de 13 m y un diámetro de 25 cm a una altitud de 1755 msnm. Según (Navarro, 2018) las coníferas se caracterizan por su resistencia al frio y lluvia condiciones que favorecen su crecimiento.

Los macizos de 2 años de edad presentaron el mayor promedio de IMA en altura siendo 1.5 m/año; incluso los arboles llegaron a obtener incrementos máximos 1.8 m/año datos superiores a lo obtenido por Mendoza et al. (2014) donde determinan un IMA de altura 0.30 m para la especie *Podocarpus tepuiensis* de 04 años de edad, establecida en el jardín botánico el Padmi, Ecuador. El IMA en altura máximo de los macizos de 15 años de edad fue 1.2 m/año, mostrando un incremento superior al obtenido por Nivelo et al. (2022) quienes en un primer periodo (2010-2017) obtuvieron un IMA de altura para *P. sprucei* de 0.35 m/año, y en una segunda evaluación (2017-2021) de 0.27 m/año. Méndez et al. (2011) quienes indican que las especies en sus primeros años de vida demuestran mejores incrementos en altura y diámetro coinciden con lo dicho por Zumaeta (2009) quien menciona que el crecimiento y

desarrollo de un arbol es sobresaliente en los primeros años , pero muestra una disminución gradual en los años posteriores, asimismo alcanzan un tamaño máximo en el que permanecen estacionarios durante la etapa más tardía de su vida.

Los macizos de 7 años de edad presentaron el mayor promedio en IMA de diámetro siendo 2.8 cm/año. Por su parte Mondragón (2023) obtuvo IMA de DAP de 1.34 cm/año en plantaciones de 22 años de *R. rospigliossi*. Mariscal et al. (2000) quienes indican que en las primeras etapas de desarrollo de un árbol tiene un incremento en altura predominante, hasta llegar a la etapa de poste, en la cual ya se visualiza un incremento diametral, es decir el incremento se concentra en el diámetro. Asimismo (Quintero et al., 2012; Aguirre et al., 2014) mencionan que los arboles muestran un mejor crecimiento en los primeros años, pero esto también puede ser atribuido a las condiciones ambientales y características genéticas, o lo mencionado por Arias (2004), quien indica que el crecimiento de una especie generalmente se ve afectado por la calidad de sitio y densidad de la población.

En esta investigación la parcela que obtuvo mayor IMA en volumen fue la de 15 años de edad siendo 0.016 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$, a una altitud de 1800 msnm y distanciamiento 4x 4 m, por su parte Ramírez et al. (2021) evaluaron el crecimiento de *R. rospigliosii* en una plantación de 20 años a una altitud de 1755 y distanciamiento 3x 3 m, obteniendo un IMA promedio de 0.012 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$. Dichos resultados muestran valores inferiores en comparación con los resultados de esta investigación. Mudarra (2019) menciona que el incremento del diámetro o altura de las especies forestales es mayor a medida que aumentan las condiciones de luz, y también influye el hecho de que el suelo es la razón principal del crecimiento de las especies forestales.

En cuanto a los resultados de análisis químico de suelo de caracterización el tipo de suelo fue Franco, y el pH para las parcelas de 2, 7 y 15 años fue (6.45, 6.05 y 5.79) respectivamente, valores considerados moderadamente ácidos. Conforme a ello, Cueva y Trujillo (2016) ; Cueva et al. (2010) indican que, *R rospigliosii* requiere de suelos profundos, drenaje bueno a moderado, con un

pH 4.0, con textura Franco arcillo- arenosos, así como puede desarrollarse en suelos fértiles a pobres. Palomino y Barra (2003) mencionan que esta especie prefiere suelos con pH de 4.5 a 6. Por su parte Vicente (2023) indica que la familia Podocarpaceae sobresalen por ser tolerantes a la pobreza del suelo, es decir dependen poco de la calidad química y características físicas del suelo. Coaquira (2011) indica que las coníferas se logran adaptar a diferentes condiciones climaticas y suelos, considera que su crecimiento es óptimo en suelos con texturas de medias a pesadas y con un pH de ácido a neutro. En esta investigación se obtuvo un valor r que determino que existe una correlación negativa muy fuerte entre el pH con la (altura y diámetro) siendo (-0.99) y (-0.72) respectivamente; en este contexto la especie tendrá mejor crecimiento en altura y diámetro en suelos que presenten pH 5.79 independientemente de la edad de los árboles.

La distribución del romerillo macho en suelos de baja fertilidad a lo largo de los Andes evidencia que esta especie puede desarrollarse en entornos de baja productividad, es decir depende poco de las propiedades químicas y físicas del suelo (Marín, 1998). Por ello, es probable que el romerillo macho haya desarrollado diferentes características funcionales que le permiten tolerar suelos con baja disponibilidad de nutrientes y competir favorablemente con otras especies por los recursos del suelo (Bond, 1989; Dalling et al., 2011;) ; según Ramírez et al. (2021) el "romerillo macho" *R. rospigliosii* ha logrado adaptarse a diversos factores, tales como a la baja disponibilidad de nutrientes del suelo (Coomes y Bellingham, 2011; Brodribb, 2011), adaptaciones fisiológicas de la especie (Bond , 1989) y a tolerar asociaciones con otros organismos (Díez et al., 2008; Dickie y Holdaway, 2011).

El promedio de IMA en Volumen para los macizos de 2, 7 y 15 años fue de 0.0010 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$, 0.0139 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$ y 0.0165 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$ respectivamente, demostrando que los macizos de volumen superior son los de mayor edad por tener mayor altura y diámetro; para Sandoval (2014) el IMA en volumen es cambiable en cada plantación de acuerdo a la edad y especie plantada. En esa linea Muñoz et al. (2005) indican que el volumen de un árbol a determinada edad está fuertemente afectado por sus DAP y altura.

Además, en esta investigación el valor r determino una correlación positiva considerable de (0.72) entre IMA volumen y Altitud, asimismo correlación positiva alta de (0.91) entre el ICA del diámetro y altitud; por el contrario, se observa una correlación negativa considerable y muy fuerte para los indicadores químicos del suelo: materia orgánica (-0.72), calcio (-1.00), magnesio (-0.99), C.I.C.E (-1.00) lo cual afecta de manera importante la productividad de la especie a mayor altitud.

Wu et al. (2021) indican que la principal fuente de nutrientes para el crecimiento de las plantas es la materia orgánica presente en el suelo, por su parte, Murga et al. (2021) mencionan que la presencia de materia orgánica, carbono orgánico, carbono total (CT), nitrógeno total (NT) y la relación C/N del suelo tienden a aumentar hasta los 3000 msnm, dicho eso, es importante recalcar que acorde a los resultados de análisis químico del suelo la parcela de 2 años de edad ubicada a una menor altitud muestra mayor contenido de materia orgánica (MO) siendo 14.37 %, donde previamente era bosque, la MO del suelo en bosques es mayor (Wang y Wang, 2011), debido a que la principal fuente de MO que ingresa al suelo en los ecosistemas forestales es la hojarasca aérea y subterránea producida por los árboles (Mayer et al., 2020). De acuerdo con (Howard et al., 1998) la MO se acumula en el suelo del bosque. El contenido de MO de bosques fue de 15 % para *Quercus robur* L. (Nordén, 1994).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En cuanto al crecimiento los macizos de *R. rospigliosii* de 15 años de edad presentaron mayor ICA en DAP con un promedio de 1.5 cm/año, los cuales se encuentran ubicados a una mayor altitud de 1800 msnm.

Los macizos de 7 años de edad obtuvieron el mayor promedio en IMA de diámetro siendo 2.8 cm/año, ubicados a una altitud de 1620 msnm; además, los macizos de 2 años de edad presentaron el mayor promedio de IMA en altura logrando 1.5 m/año a una altitud 1570 msnm, por último, los macizos de 15 años de edad mostraron un mayor IMA en volumen de 0.0165 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$ ubicados a mayor altitud.

En esta investigación se determinó que existe una correlación positiva entre (ICA-DAP e IMA-volumen) con altitud, y una correlación negativa considerable con pH, es decir, a un mayor rango altitudinal existe un mayor incremento para la especie que a la vez se encuentra limitado por el pH; asimismo, se observa una correlación negativa para los indicadores químicos del suelo: materia orgánica (-0.72), calcio (-1.00), magnesio (-0.99), C.I.C.E (-1.00) lo que genera una disminución en la productividad de *R. rospigliosii*, ya que las condiciones que presenta el suelo están asociados con el buen crecimiento de la especie.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los centros de investigación continuar con las evaluaciones de romerillo macho en la localidad a razón que es una especie de gran importancia y que requiere información de su silvicultura.

A los propietarios dadas las condiciones actuales que están sus plantaciones realizar intervenciones silviculturales para mejorar el crecimiento. Además, registrar sus plantaciones en el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) en caso pretendan realizar aprovechamiento en posteriores años.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, M., Z., Gaona, O. T., & Palacios, H., B. (2014). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ*, *4*(1), Article 1. https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/239

Arias, A., D. (2004). Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica.

Arteaga, C., M. N., Tafur, S., S. M., Pérez, H., G., Pastor, O., S. A., & Batista, M., A. (2020). Caracterización de la colonización por micorrizas en *Retrophyllum rospigliossi* Pilger en el bosque Huamantanga, Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, *8*(3), 535-549.

Barturén, V., L. M. (2018). Sobrevivencia de *Cordia alliodora, Pinus tecunumanii, Eucalyptus saligna, Cedrela odorata* del Proyecto «Microcuenca San Miguel de las Naranjas»—Jaén.

Bond, W. J. (1989). The tortoise and the hare: Ecology of angiosperm dominance and gymnosperm persistence. *Biological Journal of the Linnean Society*, *36*(3), 227-249. https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1989.tb00492.x

Brodribb, T. J. (2011). A Functional Analysis of Podocarp Ecology. http://repository.si.edu/xmlui/handle/10088/17181

Cárdenas, L. (2016). Aspectos ecológicos y silviculturales para el manejo de especies forestales. *Revisión de información disponible para Colombia. Fundación Natura. Bogotá DC Colombia*.

Ceballos, A., & López, J. (2008). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento.

Chamorro, Z., M. D. L. Á., Narave, H., Dominguez, N., Lozada, G., J. A., & De la Cruz, Y. (2016). Eduación y comunicación ambiental en localidades rurales (pp. 232-236).

Coaquira, H., B. (2011). Identificacion de sitios aptos para la forestacion en dos comunidades del municipio de Batallas. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/8103

Coomes, D. A., & Bellingham, P. J. (2011). Temperate and Tropical Podocarps: How Ecologically Alike Are They? http://repository.si.edu/xmlui/handle/10088/17178

Cueva, N., & Trujillo, E. (2016). Biología reproductiva del pino romerón-*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) CN Page.

Cueva, N., Vélez, D., Barrios, A., & Nieto, V. (2013). Pino romerón [*Retrophyllum rospigliosii* (Pilger) CN Page], especie nativa potencial para la reforestación en zonas altoandinas de Colombia. *Bogotá, Colombia. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF®), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas (CINOC).*

Dalling, J. W., Barkan, P., Bellingham, P. J., Healey, J. R., & Tanner, E. V. J. (2011). Ecology and Distribution of Neotropical Podocarpaceae. http://repository.si.edu/xmlui/handle/10088/17174

Dickie, I. A., & Holdaway, R. J. (2011). Podocarp Roots, Mycorrhizas, and Nodules. http://repository.si.edu/xmlui/handle/10088/17182

Díez, G., M. C., Osorio, V., N. W., & Moreno, H., F. H. (2008). Evaluación de la dependencia micorrizal del Pino Romerón (*Nageia rospigliosii* Pilger) bajo condiciones lumínicas contrastantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *61*(2), 4554-4563.

Estremadoyro, T., J. A. (2014). Determinación del factor de forma o coeficiente mórfico de *manilkara bidentata* (quinilla colorada) en el consolidado Otorongo Provincia del Tahuamanu. *Universidad Nacional de Ucayali*. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3816/000003317T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores, F., L. (2021). Estado de desarrollo de *Retrophyllum rospigliosii* (pilg.) C.N. Page en la población de micorrizas arbusculares en el bosque de Huamantanga, Jaén-Perú. *Universidad Nacional de Cajamarca*. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4487

Garay, C., O. B. (2010). Técnicas de muestreo de suelos. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/187

Gardner, M., & Thomas, P. (2013). *Retrophyllum rospigliosii. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: E. T34110A2846471*.

Howard, P. J. A., Howard, D. M., & Lowe, L. E. (1998). Effects of tree species and soil physico-chemical conditions on the nature of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, *30*(3), 285-297. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(97)00138-7

Lau, W., L., & Dir, W. (2009). Resultados del inventario nacional forestal: Nicaragua, 2007-2008. *Ministerio Agropecuario Forestal, Managua (Nicaragua).*

Loera, M., J., & Sepulveda, J., D. (2015). Parámetros de la productividad forestal en la producción de madera en rollo. *Universidad Autónoma Chapingo*. https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-ECOH-T_I/Handbook_Ciencias_Sociales_Economia_y_Humanidades_T1_V1_187_196.pdf

Marín, A. (1998). Ecología y silvicultura de las Podocarpáceas andinas de Colombia. *Departamento de Investigación Forestal. Smurfit Cartón de Colombia*.

Mariscal, E., Martínez, R., & Hagiwara, T. (2000). Manual de manejo de bosques naturales. Proyecto de desarrollo técnico de la conservación de los bosques. CEMARE-JICA-ANAM. *Manual. Río Hato, Panamá.*

Mayer, M., Prescott, C. E., Abaker, W. E. A., Augusto, L., Cécillon, L., Ferreira, G. W. D., James, J., Jandl, R., Katzensteiner, K., Laclau, J.-P., Laganière, J., Nouvellon, Y., Paré, D., Stanturf, J. A., Vanguelova, E. I., & Vesterdal, L. (2020). Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. *Forest Ecology and Management*, *466*, 118127. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118127

Melgarejo, C., Corro, V., Ruíz, M. del C., Sánchez, M., & Calderón, A. (2015). Inventario nacional forestal y de carbono. https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=102330

Méndez, A., F. J. (2022). Caracterización estructural del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), Llumchicancha, 3746 msnm, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho, 2019. *Escuela Profesional de Agronomía*. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4928/1/TESIS%20AG1292_Men.pdf

Méndez, M. A. Q., Jerez, M., & Flores, J. (2011). Modelo de crecimiento y rendimiento para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.) usando el enfoque de espacio de estados. *Ciencia e Ingeniería*, *33*(1), 33-41.

Mendoza, Z. A., Ochoa, T. G., & Herrera, B. P. (2014). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ*, *4*(1). https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/239/222

Mill, R. (2016). A monographic revision of *Retrophyllum* (Podocarpaceae). *Edinburgh Journal of Botany*, *73*(2), 171-261.

Molina, E. (2007). Análisis de suelos y su interpretación. *Universidad de Costa Rica.*

Mondragón, A., G. F. (2023). Respuesta silvicultural de ocho especies forestales nativas y exóticas de valor comercial instaladas en plantaciones forestales en la Amazonía peruana. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5724

More, I., J. P. (2018). Eficiencia de tratamientos en la propagación vegetativa del ulcumano (*Retrophyllum rospigliosii*) en cámara de subirrigación, San Ramón—Junín. *Universidad Científica del Sur*. https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/659

Mudarra, L. (2019). «Crecimiento de la especie "tornillo" Cedrelinga cateniformis D. Ducke en parcelas agroforestales, Caballo Cocha - Provincia de Ramón Castilla, Loreto,Perú.».https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6694/Luis_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Muñoz, F., Espinosa, M., Herrera, M. A., & Cancino, J. (2005). Características del crecimiento en diámetro, altura y volumen de una plantación de Eucalyptus nitens sometida a tratamientos silvícolas de poda y raleo. Bosque (Valdivia), 26(1), 93-99. https://doi.org/10.4067/S0717-92002005000100009

Murga, O., H., Jorge, M. F. C., Abanto, R., C., & Lobo, F. D. A. (2021). Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales. *Madera y bosques*, *27*(3). https://www.redalyc.org/journal/617/61770807018/html/

Naranjo, J. F., & Chávez, A. (2015). Análisis comparativo entre dos métodos de extracción de aceites esenciales. *Boletín Semillas Ambientales*, *9*(2), Article 2. http://revistas.udistrital.edu.co:8080/index.php/bsa/article/view/9735

Navarro, G., M. E. (2018). Desarrollo de un modelo para la identificación de áreas con riesgo de ataque del gorgojo descortezador de pino *(Dendroctunus adjunctus)* en los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapán, Guatemala.

Nivelo, L. G., Riofrio, M. G., Mendoza, Z. A., & Chávez, Á. B. (2022). Dinámica del crecimiento de *Podocarpus oleifolius* y *Podocarpus sprucei* establecidas en el Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa", Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, *12*(1), 15-30.

Nordén, U. (1994). Influence of broad- leaved tree species on pH and organic matter content of forest topsoils in Scania, South Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, *9*(1-4), 1-8. https://doi.org/10.1080/02827589409382806

Nuñez, S. N. T. (2008). Contribución al desarrollo del programa de incentivos forestales, del instituto nacional de bosques Sub Regional III -1, Izabal, en la evaluación de la calidad actual de las plantaciones de especies prioritarias de 5 a 6 años. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2424.pdf

Palomino, J., & Barra, M. (2003). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. *Programa selva central Oxapampa. Oxapampa-Perú*, 52-59.

Quintero, M., M. A., Jerez, M., & Flores, J. (2012). Growth and yield model for teak (*Tectona grandis* L.) plantations using the state-space approach. *Revista Ciencia e Ingeniería. Vol*, *33*(1).

Ramírez, J. A., Marín, A., Urrego, J. B., Castaño, Á., & Ospina, R. (2021). Fertilization effect on the growth of *Retrophyllum rospigliosii* of the Andean zone of Colombia. *Madera y Bosques*, *27*(3). Scopus. https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732315

Sandoval, G., C. (2014). Evaluación de sobrevivencia, estafo fitosanitario y crecimiento de plantaciones de pinos en Miahuathan, Oaxaca.

Serrano, M., J. J., Delgado, D., Esquivel, M., & Morales, A., J. P. (2019). Guía didáctica para la silvicultura de bosques secundarios y degradados de Centroamérica. *Serie Técnica. Manual Técnico*.

Souza, C. R., Mariano, R. F., Maia, V. A., Pompeu, P. V., Santos, R. M. dos, & Fontes, M. A. L. (2023). Carbon stock and uptake in the high-elevation tropical montane forests of the threatened Atlantic Forest hotspot: Ecosystem function and effects of elevation variation. *Science of The Total Environment*, *882*, 163503. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163503

Túqueres, L., J. L. (2016). Cálculo del contenido de carbono del estrato arbóreo del bosque de la Estación Científica Kutukú, parroquia Sevilla de Oro, cantón Macas.

Vásquez, C., Á. M., & Alcántara, V., E. (2009). Anatomía y densidad de la madera de árboles de pino romerón [*Retrophyllum rospigliosii* (Pilger) CN Page] de ocho años de edad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *62*(1), 4869-4880.

Vicente, G., S. (2023). Distribución espacial con imágenes satelitales de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el Área de Conservación Municipal Bosque Huamantanga, Jaén–Cajamarca.

Vicuña, M., E. E. (2005). Las Podocarpáceas de los bosques montanos del noroccidente peruano. *Revista Peruana de Biología*, *12*(2), 283-288.

Wang, Q., & Wang, S. (2011). Response of labile soil organic matter to changes in forest vegetation in subtropical regions. *Applied Soil Ecology*, *47*(3), 210-216. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.12.004

Zhao, C. M., Chen, W. L., Tian, Z. Q., & Xie, Z. Q. (2005). Altitudinal Pattern of Plant Species Diversity in Shennongjia Mountains, Central China. *Journal of Integrative Plant Biology*, *47*(12), 1431-1449. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00164.x

Zumaeta, I. L. E. C. (2009). Dendrocronología en árboles de Tornillo, *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae), del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto–Perú. *Maestro en ciencias. Lima, Peru, Universidad Nacional Agraria la Molina*.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Nacional de Jaén que brindaron sus conocimientos, experiencias y su apoyo para seguir adelante día a día.

A mi asesora Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga por ser nuestra guía en todo el período de investigación, además por la paciencia y su dedicación para lograr la ejecución de esta tesis.

A la Cooperativa de Servicios Múltiples Cenfrocafe Perú por haberme permitido realizar parte de la investigación de mi tesis en sus instalaciones, así mismo por facilitarme la información necesaria para lograr este cometido.

A mis compañeros y amigos de la Cooperativa de Servicios Múltiples Cenfrocafe Perú especialmente del área de Unidad de Producción y Fortalecimiento Asociativo.

A mi tío Eduar Troyes Puelles por realizar un excelente trabajo en su finca el Romerillo 1 y 2, gracias a ello es posible realizar esta tesis para optar mi título de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Jhon Franklin Oblitas Troyes

A mi familia por ser el motivo de superación y en especial a mi madre Ana Jackeline Santur Malca por su apoyo moral y económico en el transcurso de mi carrera universitaria y para la realización de esta tesis.

A mi asesora Mg. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga por brindarnos acogida, tiempo y ayuda en este proyecto; en base a sus conocimientos y experiencia adquirida en el transcurso de su trayectoria profesional ha sabido direccionar nuestras ideas y conocimientos.

A mí jurado evaluador por su compromiso y apoyo brindado en este proyecto de investigación.

A mis amigos, docentes y todas las personas que me brindaron su ayuda y consejos durante mis años en universidad y en la ejecución de la tesis.

Lucero Stefanny Martino Santur

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, vida y motivos de superación para seguir adelante logrando cada una de mis metas propuestas.

A mi madre Lorena Meredith Troyes Puelles para demostrarle todo mi agradecimiento y cariño que le tengo.

A mis tíos especialmente para Frank Alindor Troyes Puelles y Reyna Ramirez Ramos por haberme recibido en su hogar con todo el amor, respeto, cariño y humildad que les caracteriza por su forma de ser.

A mis hermanos por ser el principal motivo de superarme y darles el ejemplo para que logren realizar sus objetivos trazados con dedicación.

Jhon Franklin Oblitas Troyes

A Dios por darme firmeza y salud durante los años de carrera universitaria, lo cual me ha impulsado a culminar con éxito mis estudios y titularme.

A mis abuelos Juan Santur Rivera y Sara del Carmen Malca de Santur; a mi madre Ana Jackeline Santur Malca, esta tesis para optar el título de Ingeniero Forestal y Ambiental y todos mis demás logros es para ellos con mucho amor y agradecimiento.

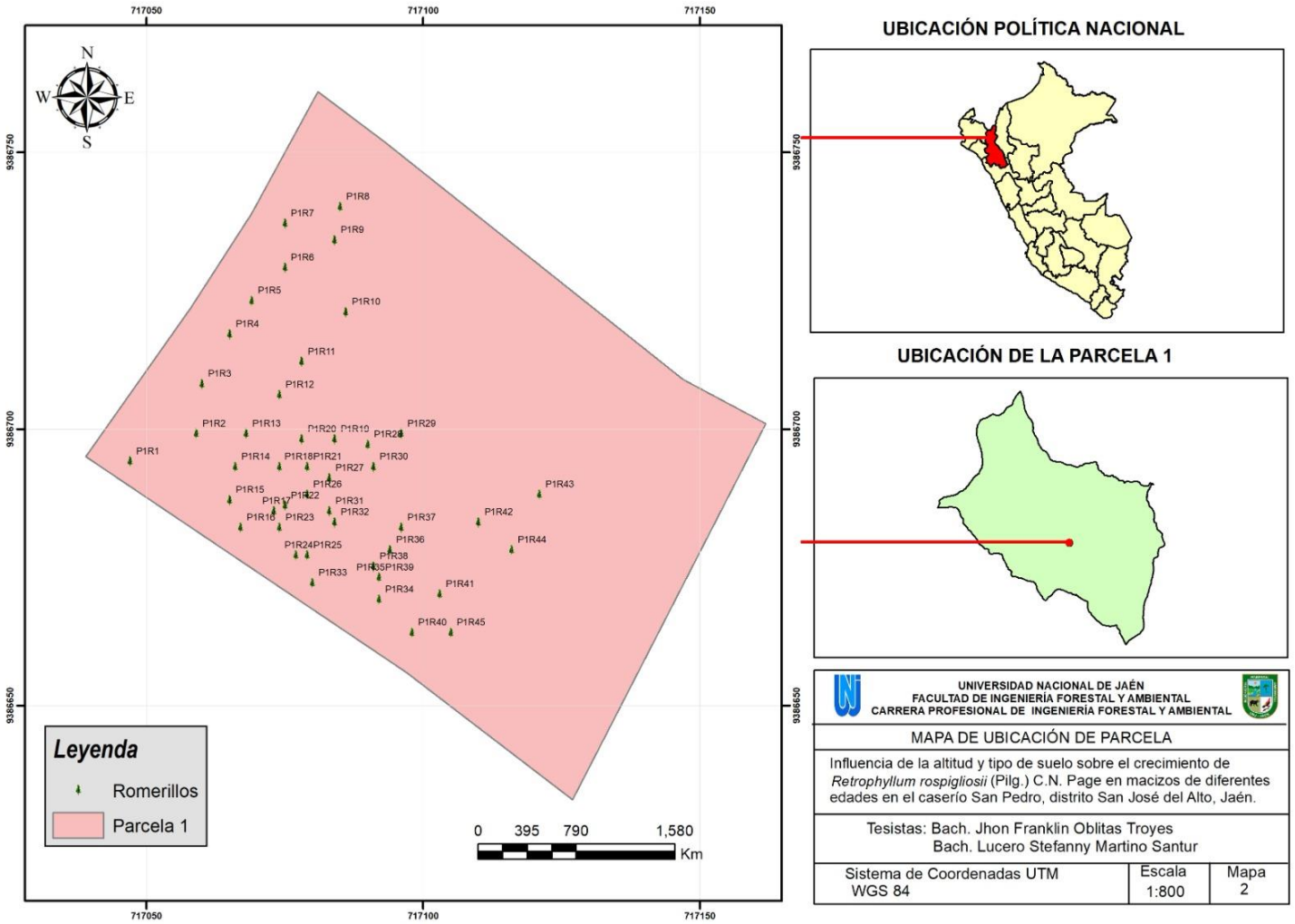
A mi Universidad Nacional de Jaén por permitirme vivir experiencias y momentos increíbles que guardaré en mi memoria y sobre todo por convertirme en lo que me apasiona.

Lucero Stefanny Martino Santur

ANEXOS

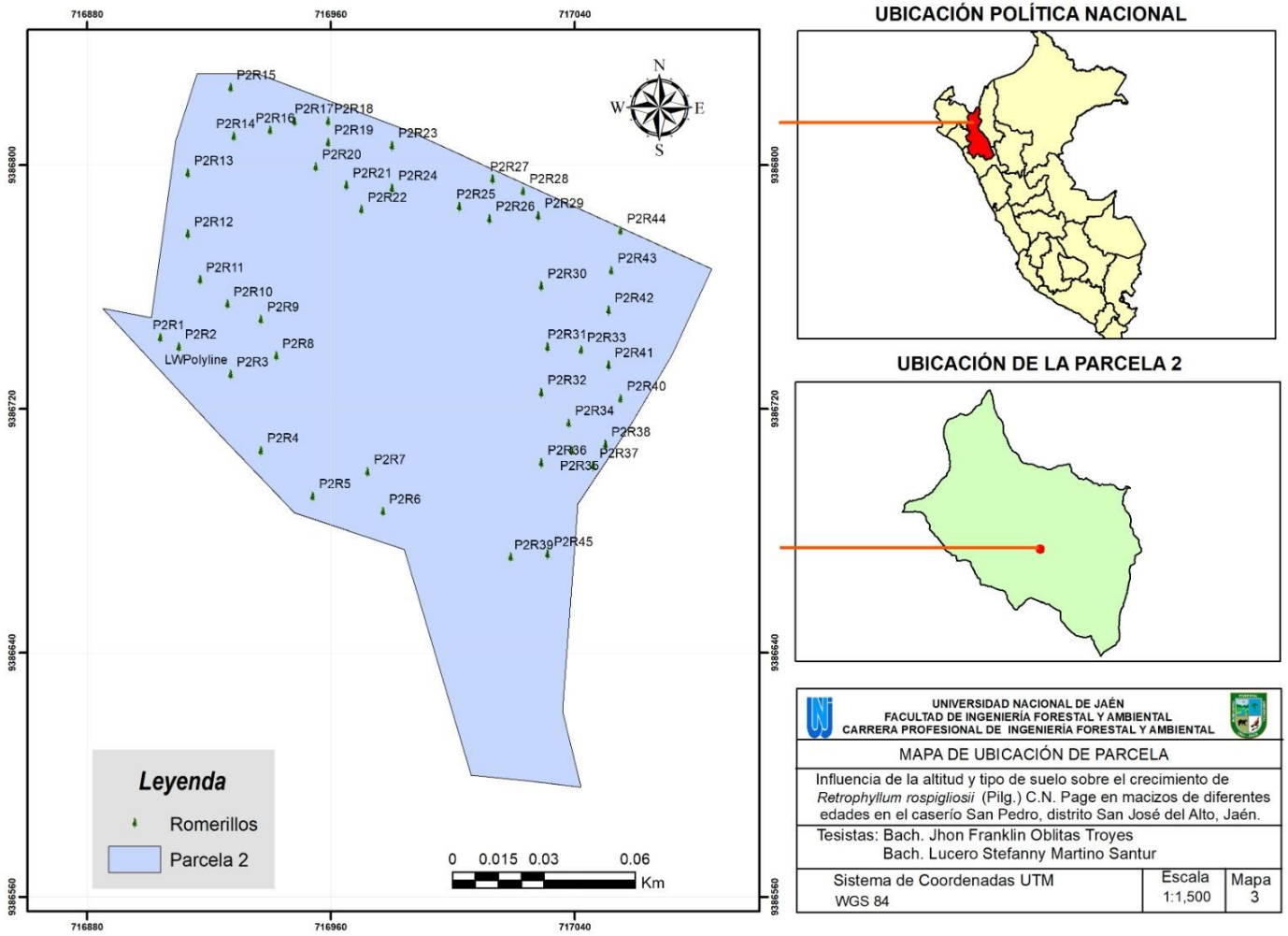
Anexo 1

Mapa de ubicación de la parcela 1 y distribución de los macizos de 2 años de edad evaluados.



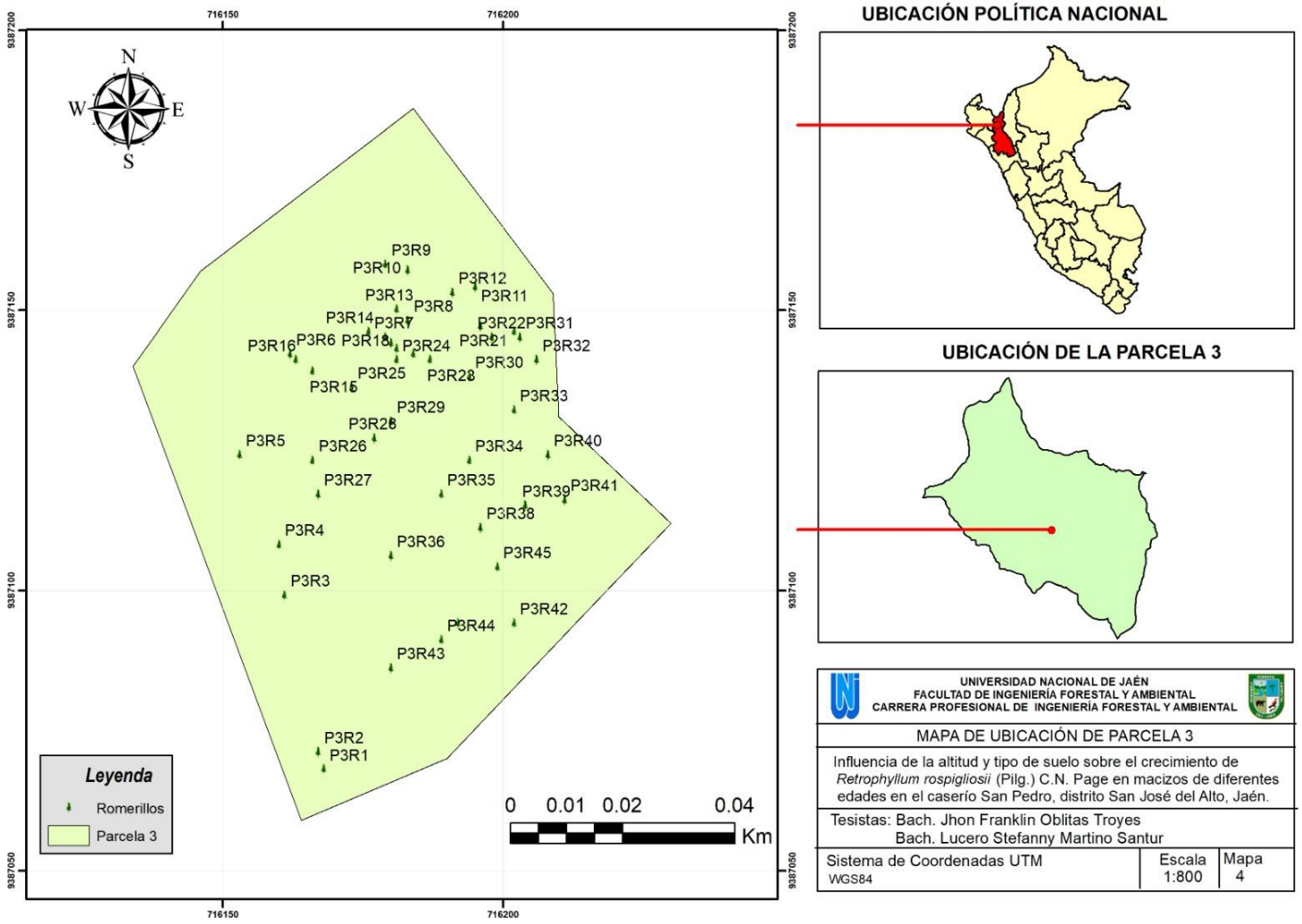
Anexo 2

Mapa de ubicación de la parcela 2 y distribución de los macizos de 7 años de edad evaluados.



Anexo 3

Mapa de ubicación de la parcela 3 y distribución de los macizos de 15 años de edad evaluados.



Anexo 4

Tabla de registro de árboles en pie según metodología del Sistema MIRA-SILV.

HOJA DE CAMPO

Nombre propietario: Nombre de la parcela:
Especie: Edad años:
Altitud (msnm): Este: Norte: Fecha:
Descripción:
……
N°Parcela: Área: Tipo de suelo:

N°	Código	Altitud	Coordenadas UTM		DAP(cm)	Altura(m)		Código de forma y defecto de fuste				Código de sanidad	Posición sociológica	Observaciones
			Este	Norte		COM	TOT							
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														

22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														

Códigos para forma y defecto de fuste: 1= Cola de zorro, 2= Poco sinuoso, 3= Muy sinuoso, 4= Torcedura basal, 5= bifurcado, 6= Inclinado, 7= Enfermo, 8= Con plagas, 9= Copa Asimétrica,
A= Tallo quebrado con recuperación, B= Tallo quebrado sin recuperación, C= Sin copa, D= Replante, E= Especie extraña, F= Rebrote, G: Raleado, H= Regeneración natural,
L= Ejes rectos y sin defecto de forma (es preferible no asociarlo con otro código porque aduce que está en buena forma), Posición sociológica: I= Dominante, J= Codominante, K= Suprimido

Código de sanidad:
Código de Estado Sanitario
a: Vigoroso
b: Muerto en pie
c: Muerto caído

Anexo 5

Incremento periódico (IP) e incremento corriente anual (ICA) para la especie R. rospigliosii de 2 años de edad.

Parcela 1	Periodo de medición del DAP (cm)			Incremento periódico (cm)		ICA
N° de árbol	1	2	3	1	2	
1	2.86	3.18	3.50	0.32	0.32	0.64
2	3.50	4.14	5.09	0.64	0.95	1.59
3	3.18	3.50	4.46	0.32	0.95	1.27
4	2.23	2.55	3.50	0.32	0.95	1.27
5	3.50	3.82	4.77	0.32	0.95	1.27
6	3.82	4.14	4.46	0.32	0.32	0.64
7	4.14	4.46	4.77	0.32	0.32	0.64
8	4.14	4.46	5.73	0.32	1.27	1.59
9	3.50	4.14	5.09	0.64	0.95	1.59
10	4.14	4.46	5.73	0.32	1.27	1.59
11	3.82	4.14	5.41	0.32	1.27	1.59
12	3.18	3.82	4.77	0.64	0.95	1.59
13	3.18	4.14	5.73	0.95	1.59	2.55
14	2.55	2.86	3.50	0.32	0.64	0.95
15	2.86	3.18	4.14	0.32	0.95	1.27
16	3.18	3.18	3.82	0.00	0.64	0.64
17	4.46	4.77	5.41	0.32	0.64	0.95
18	4.46	5.09	5.41	0.64	0.32	0.95
19	7.00	7.96	8.59	0.95	0.64	1.59
20	4.46	4.77	5.09	0.32	0.32	0.64
21	3.18	3.50	3.82	0.32	0.32	0.64
22	5.09	5.73	6.37	0.64	0.64	1.27
23	3.82	4.46	5.09	0.64	0.64	1.27
24	4.46	4.77	5.41	0.32	0.64	0.95
25	3.82	4.14	5.09	0.32	0.95	1.27
26	4.77	5.09	5.73	0.32	0.64	0.95
27	4.14	4.77	5.09	0.64	0.32	0.95
28	4.14	4.77	5.41	0.64	0.64	1.27
29	3.82	4.14	4.46	0.32	0.32	0.64
30	4.77	5.09	5.41	0.32	0.32	0.64
31	3.18	3.50	3.82	0.32	0.32	0.64
32	5.41	6.37	6.68	0.95	0.32	1.27
33	3.50	4.14	4.46	0.64	0.32	0.95
34	3.82	4.14	4.77	0.32	0.64	0.95
35	5.41	5.73	5.73	0.32	0.00	0.32
36	3.82	3.82	4.14	0.00	0.32	0.32

37	6.05	6.68	7.00	0.64	0.32	0.95
38	5.41	6.05	6.37	0.64	0.32	0.95
39	3.82	4.46	4.77	0.64	0.32	0.95
40	5.09	6.05	6.05	0.95	0.00	0.95
41	5.73	6.05	6.37	0.32	0.32	0.64
42	5.73	6.68	7.32	0.95	0.64	1.59
43	3.82	5.41	6.37	1.59	0.95	2.55
44	5.73	6.68	6.68	0.95	0.00	0.95
45	5.09	6.05	6.05	0.95	0.00	0.95
			Promedio			**1.10**

Anexo 6

Incremento periódico (IP) e incremento corriente anual (ICA) para la especie R. rospigliosii de 7 años de edad.

Parcela 2	Periodo de medición del DAP (cm)			Incremento periódico (cm)		ICA
N° de árbol	1	2	3	1	2	
1	10.82	10.82	11.14	0.00	0.32	0.32
2	21.33	22.28	22.60	0.95	0.32	1.27
3	20.69	21.01	21.96	0.32	0.95	1.27
4	22.60	23.24	24.51	0.64	1.27	1.91
5	25.78	26.42	28.01	0.64	1.59	2.23
6	24.51	25.46	25.78	0.95	0.32	1.27
7	20.37	20.69	20.69	0.32	0.00	0.32
8	21.96	22.90	23.55	0.94	0.65	1.59
9	24.51	25.78	26.42	1.27	0.64	1.91
10	21.96	23.55	23.87	1.59	0.32	1.91
11	20.69	20.69	20.69	0.00	0.00	0.00
12	18.46	18.78	19.10	0.32	0.32	0.64
13	19.10	19.10	19.74	0.00	0.64	0.64
14	18.46	19.09	19.10	0.63	0.01	0.64
15	20.69	21.01	22.28	0.32	1.27	1.59
16	14.32	15.28	16.55	0.95	1.27	2.23
17	16.55	16.55	17.19	0.00	0.64	0.64
18	23.55	23.87	25.15	0.32	1.27	1.59
19	18.14	19.10	19.74	0.95	0.64	1.59
20	15.28	16.87	18.46	1.59	1.59	3.18
21	19.74	20.05	20.37	0.32	0.32	0.64
22	13.69	17.51	17.83	3.82	0.32	4.14
23	16.55	17.51	18.14	0.95	0.64	1.59
24	14.01	14.64	15.28	0.64	0.64	1.27
25	22.92	23.55	24.19	0.64	0.64	1.27
26	20.69	20.69	20.69	0.00	0.00	0.00
27	17.83	18.46	18.46	0.64	0.00	0.64
28	21.96	22.92	23.24	0.95	0.32	1.27
29	18.14	19.10	19.10	0.95	0.00	0.95
30	20.37	21.01	21.33	0.64	0.32	0.95
31	14.32	15.28	15.60	0.95	0.32	1.27
32	21.33	22.28	22.92	0.95	0.64	1.59
33	22.92	23.24	23.24	0.32	0.00	0.32
34	20.37	20.37	20.69	0.00	0.32	0.32
35	16.55	17.51	18.14	0.95	0.64	1.59
36	20.37	21.01	21.01	0.64	0.00	0.64

37	18.78	19.74	21.33	0.95	1.59	2.55
38	18.14	19.74	20.05	1.59	0.32	1.91
39	20.05	21.01	22.28	0.95	1.27	2.23
40	18.78	20.05	20.69	1.27	0.64	1.91
41	19.42	20.37	21.33	0.95	0.95	1.91
42	23.24	24.19	24.83	0.95	0.64	1.59
43	17.19	17.83	18.14	0.64	0.32	0.95
44	20.05	20.69	21.01	0.64	0.32	0.95
45	22.28	22.28	22.92	0.00	0.64	0.64
			Promedio			**1.33**

Anexo 7

Incremento periódico (IP) e incremento corriente anual (ICA) para la especie R. rospigliosii de 15 años de edad.

Parcela 3	Periodo de medición del DAP (cm)			Incremento periódico (cm)		ICA
N° de árbol	1	2	3	1	2	
1	21.65	22.28	23.55	0.64	1.27	1.91
2	23.24	24.19	25.15	0.95	0.95	1.91
3	27.69	28.97	29.60	1.27	0.64	1.91
4	29.28	29.92	31.19	0.64	1.27	1.91
5	20.69	21.33	22.28	0.64	0.95	1.59
6	28.65	29.60	30.56	0.95	0.95	1.91
7	31.51	32.15	33.10	0.64	0.95	1.59
8	28.33	28.97	29.60	0.64	0.64	1.27
9	19.74	20.37	20.69	0.64	0.32	0.95
10	21.65	22.28	23.55	0.64	1.27	1.91
11	24.19	24.83	26.10	0.64	1.27	1.91
12	22.92	23.55	24.83	0.64	1.27	1.91
13	29.28	29.92	30.88	0.64	0.95	1.59
14	33.10	33.74	35.01	0.64	1.27	1.91
15	34.06	34.38	35.65	0.32	1.27	1.59
16	27.69	27.69	28.65	0.00	0.95	0.95
17	22.92	23.55	24.51	0.64	0.95	1.59
18	18.46	19.10	20.37	0.64	1.27	1.91
19	26.74	27.37	28.33	0.64	0.95	1.59
20	18.78	19.74	21.01	0.95	1.27	2.23
21	14.96	15.60	16.55	0.64	0.95	1.59
22	10.50	11.14	12.10	0.64	0.95	1.59
23	25.78	26.74	28.33	0.95	1.59	2.55
24	15.28	15.92	16.87	0.64	0.95	1.59
25	11.14	11.78	12.41	0.64	0.64	1.27
26	29.60	30.56	31.83	0.95	1.27	2.23
27	29.92	30.56	31.83	0.64	1.27	1.91
28	19.42	20.37	21.33	0.95	0.95	1.91
29	32.47	32.79	35.01	0.32	2.23	2.55
30	22.28	22.92	24.19	0.64	1.27	1.91
31	21.33	22.28	23.24	0.95	0.95	1.91
32	11.46	11.46	11.78	0.00	0.32	0.32
33	26.74	27.37	28.65	0.64	1.27	1.91
34	29.28	29.28	30.56	0.00	1.27	1.27
35	23.87	23.87	25.46	0.00	1.59	1.59
36	27.37	27.69	28.97	0.32	1.27	1.59

37	21.96	22.28	23.55	0.32	1.27	1.59
38	12.73	12.73	12.73	0.00	0.00	0.00
39	19.42	19.74	20.37	0.32	0.64	0.95
40	12.41	12.73	13.05	0.32	0.32	0.64
41	21.65	22.28	23.55	0.64	1.27	1.91
42	17.83	17.83	18.46	0.00	0.64	0.64
43	13.69	13.69	14.32	0.00	0.64	0.64
44	19.74	19.74	20.05	0.00	0.32	0.32
45	17.19	17.51	18.46	0.32	0.95	1.27
			Promedio			**1.55**

Anexo 8

Resultado de análisis de suelo de la parcela 1 de 2 años de edad.

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : COOPERATIVA DE SERVICIOS MULTIPLES CENFROCAFE PERU
PREDIO : EL ROMERILLO 1A
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 896-125 -S
LUGAR : SAN JOSE I
FECHA DE RECEP. : 31/08/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN
MUESTRA : TROYES PUELLES EDUAR - 0.5 ha.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	35.30	%		
Limo	38.68	%		
Arcilla	26.02	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Carbonato de Calcio Total	< 0.01	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.11	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 19.1 °C	6.45		MES - 005	Electrométrico
Fosforo Disponible	20.40	ppm.	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	14.37	%	MES - 007	Walkley y Black
Potasio Disponible	302.00	ppm.	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				**Extractante:Ac. Amonio**
Calcio	19.08	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.56	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.35	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.77	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Aluminio + Hidrógeno	0.07	mEq / 100 g	MES - 014	KCl / Volumétrico
P.A.I	0.31	%	MES - 016	Calculo Matemático
C.I.C.E	23.84	meq/100 g	MES - 017	Acetato de Amonio
Micronutrientes Disponibles				**Extractante: DTPA**
Cobre (Cu)	2.81	ppm.	MES - 018	FAAS
Zinc (Zn)	16.23	ppm.	MES - 019	FAAS
Manganeso (Mn)	88.74	ppm.	MES - 020	FAAS
Hierro (Fe)	131.16	ppm.	MES - 021	FAAS
				Extractante: $CaCl_2.2H_2O$
Boro (B)	0.72	ppm.	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:
E.S : Extracto de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.A.I : Porcentaje de Acidez Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo

% : Base / Masa
ppm : mg / Kg
MES : Método Propio del Laboratorio
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica con Llama

NOTA:
1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2. Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA
Cañete
VALLE GRANDE

MSC. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Fuente. Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande (2021)

Anexo 9

Resultado de análisis de suelo de la parcela 2 de 7 años de edad.

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : COOPERATIVA DE SERVICIOS MULTIPLES CENFROCAFE PERU — ANÁLISIS N° : 896-11S -2
PREDIO : EL ROMERILLO 1B — LUGAR : SAN JOSE I
MATRIZ : SUELO AGRICOLA — FECHA DE RECEP. : 31/08/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN
MUESTRA : TROYES PUELLES EDUAR 1 ha.

PARÁMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura					
Arena		34.33	%		
Limo		43.66	%		
Arcilla		22.01	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural		FRANCO			
Carbonato de Calcio Total		< 0.01	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.		0.97	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 19.1 °C		6.05		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible		92.40	ppm.	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica		8.62	%	MES - 007	Walkley y Black
Potasio Disponible		343.80	ppm.	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables					**Extractante:Ac. Amonio**
Calcio		18.20	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio		3.11	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio		0.33	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio		0.88	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Aluminio + Hidrógeno		< 0.01	mEq / 100 g	MES - 014	KCl / Volumétrico
P.A.I		< 0.04	%	MES - 016	Cálculo Matemático
C.I.C.E		22.52	meq/100 g	MES - 017	Acetato de Amonio
Micronutrientes Disponibles					**Extractante: DTPA**
Cobre	(Cu)	3.86	ppm.	MES - 018	FAAS
Zinc	(Zn)	22.83	ppm.	MES - 019	FAAS
Manganeso	(Mn)	203.43	ppm.	MES - 020	FAAS
Hierro	(Fe)	128.61	ppm.	MES - 021	FAAS
					Extractante: $CaCl_2.2H_2O$
Boro	(B)	0.42	ppm.	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

E.S	Extracto de Saturación	%	Masa / Masa
(1 / 1)	Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua	ppm	mg/Kg
P.A.I	Porcentaje de Nudos Intercambiable	MES	Método Propio del Laboratorio
C.I.C.E	Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo	FAAS	Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA
Cañete
VALLE GRANDE

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Fuente. Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande (2021)

Anexo 10

Resultados de análisis de suelo de la parcela 3 de 15 años de edad.

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : COOPERATIVA DE SERVICIOS MULTIPLES CENFROCAFE PERU
PREDIO : EL ROMERILLO 2
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 856-10S -2
LUGAR : SAN JOSE I
FECHA DE RECEP. : 31/08/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN
MUESTRA : TROYES PUELLES EDUAR - 0.5 ha.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	42.46	%		
Limo	38.51	%		
Arcilla	19.03	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Carbonato de Calcio Total	< 0.01	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Electrica (E.S) a 25 °C	0.72	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 19.1 °C	5.79		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	13.40	ppm.	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	7.47	%	MES - 007	Walkley y Black
Potasio Disponible	138.20	ppm.	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				**Extractante:Ac. Amonio**
Calcio	13.22	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.76	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.35	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.35	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Aluminio + Hidrogeno	0.11	mEq / 100 g	MES - 014	KCl / Volumétrico
P.A.I	0.70	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	15.79	meq/100 g	MES - 017	Acetato de Amonio
Micronutrientes Disponibles				**Extractante: DTPA**
Cobre (Cu)	1.56	ppm.	MES - 018	FAAS
Zinc (Zn)	25.29	ppm.	MES - 019	FAAS
Manganeso (Mn)	179.88	ppm.	MES - 020	FAAS
Hierro (Fe)	101.85	ppm.	MES - 021	FAAS
				Extractante: $CaCl_2.2H_2O$
Boro (B)	0.38	ppm.	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:
E.S : Extracto de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.A.I : Porcentaje de Acidez Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
MES : Método Propio del Laboratorio
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola

Msc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA
Cañete
VALLE GRANDE

Msc. Agr. Julio Castro Laos
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Fuente. Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande (2021)

Anexo 11

Recolección de la muestra de suelo de la parcela 2, macizos de 7 años de edad.



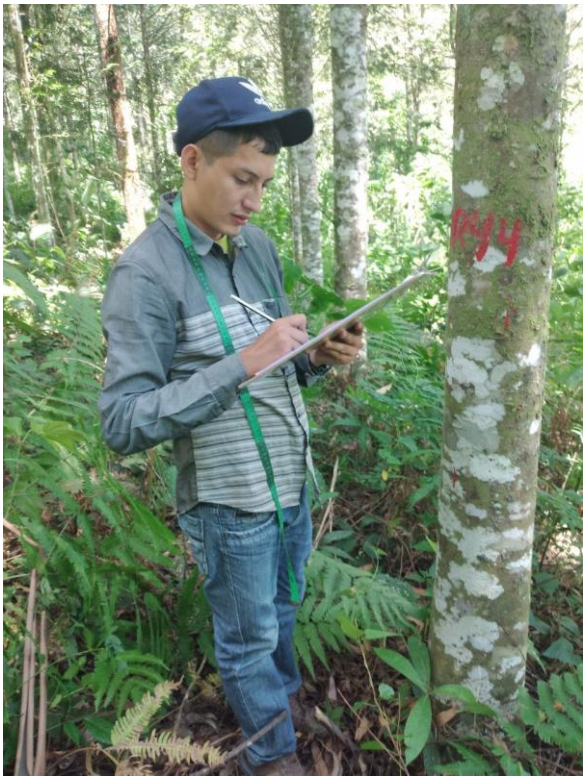
Anexo 12

Registro de la georreferenciación de los macizos de 7 años de edad.



Anexo 13

Registro de las variables dasométricas (DAP, altura) en los macizos de 15 años de edad de R. rospigliosii.



Anexo 14

Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP).



Anexo 15

R. rospigliosii de 15 años de edad, con código P3R26.



Anexo 16

*Tabla cruzada N° de parcela*Posición sociológica de las parcelas de R. rospigliosii evaluadas.*

			Posición Sociológica			
			Dominante	Codominante	Suprimido	Total
N° de Parcela	Parcela 01	Recuento	43	2	0	45
		% dentro de Posición Sociológica	81.1%	3.2%	0.0%	33.3%
		% del total	31.9%	1.5%	0.0%	33.3%
	Parcela 02	Recuento	6	32	7	45
		% dentro de Posición Sociológica	11.3%	50.8%	36.8%	33.3%
		% del total	4.4%	23.7%	5.2%	33.3%
	Parcela 03	Recuento	4	29	12	45
		% dentro de Posición Sociológica	7.5%	46.0%	63.2%	33.3%
		% del total	3.0%	21.5%	8.9%	33.3%
Total		Recuento	53	63	19	135
		% dentro de Posición Sociológica	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	39.3%	46.7%	14.1%	100.0%

Anexo 17

Cálculos dasométricos de las principales variables de crecimiento en la última medición realizada.

N° de Parcela	Código	CAP(cm)	DAP(cm)	DAP (m)	Alt. COM	Alt. TOT	Área Basal	FF	Volumen
Parcela 01	P1R1	11	3.50	0.04		3.55	0.0010	0.45	0.0015
Parcela 01	P1R2	16	5.09	0.05		4.4	0.0020	0.45	0.0040
Parcela 01	P1R3	14	4.46	0.04		3.5	0.0016	0.45	0.0025
Parcela 01	P1R4	11	3.50	0.04		3.4	0.0010	0.45	0.0015
Parcela 01	P1R5	15	4.77	0.05		4.4	0.0018	0.45	0.0035
Parcela 01	P1R6	14	4.46	0.04		3.5	0.0016	0.45	0.0025
Parcela 01	P1R7	15	4.77	0.05		4.2	0.0018	0.45	0.0034
Parcela 01	P1R8	18	5.73	0.06		4.6	0.0026	0.45	0.0053
Parcela 01	P1R9	16	5.09	0.05		4.4	0.0020	0.45	0.0040
Parcela 01	P1R10	18	5.73	0.06		5.3	0.0026	0.45	0.0061
Parcela 01	P1R11	17	5.41	0.05		5	0.0023	0.45	0.0052
Parcela 01	P1R12	15	4.77	0.05		4	0.0018	0.45	0.0032
Parcela 01	P1R13	18	5.73	0.06		4.3	0.0026	0.45	0.0050
Parcela 01	P1R14	11	3.50	0.04		4.2	0.0010	0.45	0.0018
Parcela 01	P1R15	13	4.14	0.04		3.3	0.0013	0.45	0.0020
Parcela 01	P1R16	12	3.82	0.04		3.5	0.0011	0.45	0.0018
Parcela 01	P1R17	17	5.41	0.05		4.1	0.0023	0.45	0.0042
Parcela 01	P1R18	17	5.41	0.05		4	0.0023	0.45	0.0041
Parcela 01	P1R19	27	8.59	0.09		4.6	0.0058	0.45	0.0120
Parcela 01	P1R20	16	5.09	0.05		4.1	0.0020	0.45	0.0038
Parcela 01	P1R21	12	3.82	0.04		3.5	0.0011	0.45	0.0018
Parcela 01	P1R22	20	6.37	0.06		4.7	0.0032	0.45	0.0067
Parcela 01	P1R23	16	5.09	0.05		4	0.0020	0.45	0.0037
Parcela 01	P1R24	17	5.41	0.05		3.9	0.0023	0.45	0.0040
Parcela 01	P1R25	16	5.09	0.05		4	0.0020	0.45	0.0037
Parcela 01	P1R26	18	5.73	0.06		4.2	0.0026	0.45	0.0049
Parcela 01	P1R27	16	5.09	0.05		4	0.0020	0.45	0.0037
Parcela 01	P1R28	17	5.41	0.05		4.3	0.0023	0.45	0.0045
Parcela 01	P1R29	14	4.46	0.04		3.5	0.0016	0.45	0.0025
Parcela 01	P1R30	17	5.41	0.05		4	0.0023	0.45	0.0041
Parcela 01	P1R31	12	3.82	0.04		3.5	0.0011	0.45	0.0018
Parcela 01	P1R32	21	6.68	0.07		4.8	0.0035	0.45	0.0076
Parcela 01	P1R33	14	4.46	0.04		3.4	0.0016	0.45	0.0024
Parcela 01	P1R34	15	4.77	0.05		4.1	0.0018	0.45	0.0033
Parcela 01	P1R35	18	5.73	0.06		4.6	0.0026	0.45	0.0053
Parcela 01	P1R36	13	4.14	0.04		3.5	0.0013	0.45	0.0021
Parcela 01	P1R37	22	7.00	0.07		4.1	0.0039	0.45	0.0071
Parcela 01	P1R38	20	6.37	0.06		4.5	0.0032	0.45	0.0064
Parcela 01	P1R39	15	4.77	0.05		3.5	0.0018	0.45	0.0028
Parcela 01	P1R40	19	6.05	0.06		4.5	0.0029	0.45	0.0058
Parcela 01	P1R41	20	6.37	0.06		4.5	0.0032	0.45	0.0064

Parcela 01	P1R42	23	7.32	0.07		4.5	0.0042	0.45	0.0085
Parcela 01	P1R43	20	6.37	0.06		4.8	0.0032	0.45	0.0069
Parcela 01	P1R44	21	6.68	0.07		4.2	0.0035	0.45	0.0066
Parcela 01	P1R45	19	6.05	0.06		4.4	0.0029	0.45	0.0057
Parcela 02	P2R1	35	11.14	0.11	3	8	0.0097	0.45	0.0351
Parcela 02	P2R2	71	22.60	0.23	4.5	10	0.0401	0.45	0.1805
Parcela 02	P2R3	69	21.96	0.22	4.5	10.5	0.0379	0.45	0.1790
Parcela 02	P2R4	77	24.51	0.25	5	9.5	0.0472	0.45	0.2017
Parcela 02	P2R5	88	28.01	0.28	4	8	0.0616	0.45	0.2218
Parcela 02	P2R6	81	25.78	0.26	5	9.5	0.0522	0.45	0.2232
Parcela 02	P2R7	65	20.69	0.21	5	9	0.0336	0.45	0.1362
Parcela 02	P2R8	74	23.55	0.24	5	8	0.0436	0.45	0.1569
Parcela 02	P2R9	83	26.42	0.26	5	10	0.0548	0.45	0.2467
Parcela 02	P2R10	75	23.87	0.24	5	10	0.0448	0.45	0.2014
Parcela 02	P2R11	65	20.69	0.21	5	9	0.0336	0.45	0.1362
Parcela 02	P2R12	60	19.10	0.19	4.5	10	0.0286	0.45	0.1289
Parcela 02	P2R13	62	19.74	0.20	5	6.7	0.0306	0.45	0.0922
Parcela 02	P2R14	60	19.10	0.19	4	10	0.0286	0.45	0.1289
Parcela 02	P2R15	70	22.28	0.22	5.5	10	0.0390	0.45	0.1755
Parcela 02	P2R16	52	16.55	0.17	4.5	8.5	0.0215	0.45	0.0823
Parcela 02	P2R17	54	17.19	0.17	3	9	0.0232	0.45	0.0940
Parcela 02	P2R18	79	25.15	0.25	5	10	0.0497	0.45	0.2235
Parcela 02	P2R19	62	19.74	0.20	4	9	0.0306	0.45	0.1239
Parcela 02	P2R20	58	18.46	0.18	4	8	0.0268	0.45	0.0964
Parcela 02	P2R21	64	20.37	0.20	4.5	10	0.0326	0.45	0.1467
Parcela 02	P2R22	56	17.83	0.18	3	8	0.0250	0.45	0.0898
Parcela 02	P2R23	57	18.14	0.18	4	9	0.0259	0.45	0.1047
Parcela 02	P2R24	48	15.28	0.15	3	8.5	0.0183	0.45	0.0701
Parcela 02	P2R25	76	24.19	0.24	5.5	10.5	0.0460	0.45	0.2172
Parcela 02	P2R26	65	20.69	0.21	4	9.5	0.0336	0.45	0.1437
Parcela 02	P2R27	58	18.46	0.18	4.5	10	0.0268	0.45	0.1205
Parcela 02	P2R28	73	23.24	0.23	5	11	0.0424	0.45	0.2099
Parcela 02	P2R29	60	19.10	0.19	4	7	0.0286	0.45	0.0902
Parcela 02	P2R30	67	21.33	0.21	5	9	0.0357	0.45	0.1447
Parcela 02	P2R31	49	15.60	0.16	3	9	0.0191	0.45	0.0774
Parcela 02	P2R32	72	22.92	0.23	4	10.5	0.0413	0.45	0.1949
Parcela 02	P2R33	73	23.24	0.23	4	9.5	0.0424	0.45	0.1813
Parcela 02	P2R34	65	20.69	0.21	4	10	0.0336	0.45	0.1513
Parcela 02	P2R35	57	18.14	0.18	3.5	10	0.0259	0.45	0.1163
Parcela 02	P2R36	66	21.01	0.21	4	7	0.0347	0.45	0.1092
Parcela 02	P2R37	67	21.33	0.21	4	9	0.0357	0.45	0.1447
Parcela 02	P2R38	63	20.05	0.20	5	11	0.0316	0.45	0.1563
Parcela 02	P2R39	70	22.28	0.22	4	10	0.0390	0.45	0.1755
Parcela 02	P2R40	65	20.69	0.21	4	10.5	0.0336	0.45	0.1589
Parcela 02	P2R41	67	21.33	0.21	4.5	10	0.0357	0.45	0.1608
Parcela 02	P2R42	78	24.83	0.25	1.5	9.5	0.0484	0.45	0.2070
Parcela 02	P2R43	57	18.14	0.18	4	10.5	0.0259	0.45	0.1222
Parcela 02	P2R44	66	21.01	0.21	4.5	10	0.0347	0.45	0.1560

Parcela 02	P2R45	72	22.92	0.23	6	10	0.0413	0.45	0.1856
Parcela 03	P3R1	74	23.55	0.24	7	12	0.0436	0.45	0.2353
Parcela 03	P3R2	79	25.15	0.25	7.5	12	0.0497	0.45	0.2682
Parcela 03	P3R3	93	29.60	0.30	7	17	0.0688	0.45	0.5265
Parcela 03	P3R4	98	31.19	0.31	10	18.5	0.0764	0.45	0.6362
Parcela 03	P3R5	70	22.28	0.22	9	18	0.0390	0.45	0.3158
Parcela 03	P3R6	96	30.56	0.31	8	18	0.0733	0.45	0.5940
Parcela 03	P3R7	104	33.10	0.33	8	13	0.0861	0.45	0.5035
Parcela 03	P3R8	93	29.60	0.30	7	13	0.0688	0.45	0.4026
Parcela 03	P3R9	65	20.69	0.21	5	12	0.0336	0.45	0.1816
Parcela 03	P3R10	74	23.55	0.24	6	14	0.0436	0.45	0.2745
Parcela 03	P3R11	82	26.10	0.26	4	7	0.0535	0.45	0.1685
Parcela 03	P3R12	78	24.83	0.25	4	10	0.0484	0.45	0.2179
Parcela 03	P3R13	97	30.88	0.31	9	15	0.0749	0.45	0.5054
Parcela 03	P3R14	110	35.01	0.35	9	14	0.0963	0.45	0.6066
Parcela 03	P3R15	112	35.65	0.36	7	13	0.0998	0.45	0.5840
Parcela 03	P3R16	90	28.65	0.29	6.5	13	0.0645	0.45	0.3771
Parcela 03	P3R17	77	24.51	0.25	6	13	0.0472	0.45	0.2760
Parcela 03	P3R18	64	20.37	0.20	3.5	12	0.0326	0.45	0.1760
Parcela 03	P3R19	89	28.33	0.28	5	12	0.0630	0.45	0.3404
Parcela 03	P3R20	66	21.01	0.21	4	11	0.0347	0.45	0.1716
Parcela 03	P3R21	52	16.55	0.17	7	9	0.0215	0.45	0.0871
Parcela 03	P3R22	38	12.10	0.12	6	7	0.0115	0.45	0.0362
Parcela 03	P3R23	89	28.33	0.28	7	13	0.0630	0.45	0.3687
Parcela 03	P3R24	53	16.87	0.17	6	10	0.0224	0.45	0.1006
Parcela 03	P3R25	39	12.41	0.12	2.5	7	0.0121	0.45	0.0381
Parcela 03	P3R26	100	31.83	0.32	6	14	0.0796	0.45	0.5013
Parcela 03	P3R27	100	31.83	0.32	9	12	0.0796	0.45	0.4297
Parcela 03	P3R28	67	21.33	0.21	6.5	10	0.0357	0.45	0.1608
Parcela 03	P3R29	110	35.01	0.35	10	14	0.0963	0.45	0.6066
Parcela 03	P3R30	76	24.19	0.24	6	10	0.0460	0.45	0.2068
Parcela 03	P3R31	73	23.24	0.23	6	9	0.0424	0.45	0.1717
Parcela 03	P3R32	37	11.78	0.12	6	9	0.0109	0.45	0.0441
Parcela 03	P3R33	90	28.65	0.29	9	11	0.0645	0.45	0.3191
Parcela 03	P3R34	96	30.56	0.31	8	12	0.0733	0.45	0.3960
Parcela 03	P3R35	80	25.46	0.25	6	13	0.0509	0.45	0.2979
Parcela 03	P3R36	91	28.97	0.29	9	13	0.0659	0.45	0.3855
Parcela 03	P3R37	74	23.55	0.24	6	10	0.0436	0.45	0.1961
Parcela 03	P3R38	40	12.73	0.13	1.5	6.5	0.0127	0.45	0.0372
Parcela 03	P3R39	64	20.37	0.20	9	13	0.0326	0.45	0.1907
Parcela 03	P3R40	41	13.05	0.13	5	9.5	0.0134	0.45	0.0572
Parcela 03	P3R41	74	23.55	0.24	7	12	0.0436	0.45	0.2353
Parcela 03	P3R42	58	18.46	0.18	6	12	0.0268	0.45	0.1446
Parcela 03	P3R43	45	14.32	0.14	5.5	9	0.0161	0.45	0.0653
Parcela 03	P3R44	63	20.05	0.20	6	10	0.0316	0.45	0.1421
Parcela 03	P3R45	58	18.46	0.18	4	10	0.0268	0.45	0.1205