

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MILO BOZOVICH GRANADOS

EL PINO DE PARANÁ [*Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE] EN EL
PERÚ: ASPECTOS RELACIONADOS CON LA ADAPTACIÓN Y POTENCIAL
PARA PRODUCCIÓN DE MADERA

CURITIBA

2020

MILO BOZOVICH GRANADOS

EI PINO DE PARANÁ [*Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE] EN EL
PERÚ: ASPECTOS RELACIONADOS CON LA ADAPTACIÓN Y POTENCIAL
PARA PRODUCCIÓN DE MADERA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de Concentração: Silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. Nilton José Sousa
Coorientadores: Prof. Dr. Ivan Crespo Silva
Prof. Dr. Carlos A. Reynel
Rodríguez

CURITIBA

2020

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Bozovich Granados, Milo

El pino de Paraná [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze] en el Perú:
aspectos relacionados con la adaptación y potencial para producción de
madera / Milo Bozovich Granados. – Curitiba, 2020.
173 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Nilton José Sousa

Coorientador: Prof. Dr. Ivan Crespo Silva

Prof. Dr. Carlos Augusto Reynel Rodríguez

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Florestal. Defesa: Curitiba, 10/11/2020.

Área de concentração: Silvicultura.

1. *Araucaria angustifolia* - Peru. 2. Pinheiro-do-paraná. 3. Madeira
- Produtividade - Peru. 4. *Araucaria angustifolia* - Cultivo. 5. Teses.
I. Sousa, Nilton José. II. Silva, Ivan Crespo. III. Reynel Rodríguez,
Carlos Augusto. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências Agrárias. V. Título

CDD – 634.9

CDU – 634.0.22(85)

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de MILO BOZOVICH GRANADOS intitulada: *EL PINO DE PARANÁ [Araucaria angustifolia (BERTOL.) KUNTZE] EN EL PERÚ: ASPECTOS RELACIONADOS CON LA ADAPTACIÓN Y POTENCIAL PARA PRODUCCIÓN DE MADERA*, sob orientação do Prof. Dr. NILTON JOSÉ SOUSA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 10 de Novembro de 2020.

Assinatura Eletrônica

15/11/2020 22:22:41.0

NILTON JOSÉ SOUSA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

15/11/2020 15:23:59.0

DARTAGNAN BAGGIO EMERENCIANO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

15/11/2020 17:12:14.0

LAURI AMÂNDIO SCHORN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU)

Assinatura Eletrônica

15/11/2020 16:23:49.0

MARIO DOBNER JUNIOR

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)

Assinatura Eletrônica

15/11/2020 16:05:54.0

ALEXANDRE FRANÇA TETTO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

A MI FAMILIA.

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios al personal de la Universidad Federal de Paraná (UFPR) Curitiba Brasil y la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) Lima Perú que permitió llevar a cabo el proyecto de capacitación doctoral en la Facultad de Ciencias Forestales UNALM.

Al Programa de Post Grado en Ingeniería Forestal de la UFPR - Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.

A mi orientador Prof. Dr. Nilton José Sousa.

A mis Coorientadores Prof. Dr Ivan Crespo Silva y Prof. Dr Carlos Augusto Reynel Rodríguez.

A los profesores: Dr. Dartagnan Baggio Emerenciano; Dr. Julio Eduardo Arce; Dr. Mario de Paula Soares Filho; y Dr. Nelson Carlos Rosot. De la UFPR - Universidad Federal de Paraná, por sus aportes a la investigación.

A los Profesores del Programa de Post Grado en Ingeniería Forestal de la Universidad Federal de Paraná, Prof. Dr. Marcio Pereira da Rocha, Prof. Dr. Romano Timofeiczky Jr., y Prof. Dr. Jorge Luis Monteiro de Mattos, Prof. Dr. Ricardo Jorge Klitzke y Prof. Dr. Antonio Carlos Batista. Por su disposición para hacer realidad la capacitación a los profesores de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Al Sr. Miloš Božović por su apoyo en el Bosque de Araucarias en Oxapampa.

Al Sr. Eliacer Guevara Rojas del Laboratorio de Aprovechamiento Forestal de la Universidad Nacional agraria la Molina.

Al Sr. Orlando Medrano Huaranga conductor del vivero Oxapampa.

RESUMO

O trabalho avalia a adaptação e o potencial produtivo da *Araucaria angustifolia* no Peru, a espécie foi introduzida no país em 1989 através de um acordo peruano-alemão. Uma plantação de 1,9 ha foi estabelecida em Oxapampa - Peru, que é a maior que existe no país. Foi avaliada a produção de sementes, a regeneração natural, os padrões morfométricos, fitossanitários, volumétricos e realizadas análises dendrocronológicas. Das sementes coletadas, 55,2% não germinaram, 37,1% germinaram e 7,7% das sementes tiveram danos causados por insetos e nenhum dano de outros animais às sementes foi observado. A precipitação começa a diminuir em fevereiro, mês com maior produção de sementes. A temperatura média da área de estudo é de 18° C e a precipitação é de 1 653,2 mm. A correlação cruzada foi aplicada para analisar a relação entre temperatura, precipitação e germinação, bem como o teste *Dickey Fuller* aumentado. A regeneração encontrada na área foi de 47,800 indivíduos em 1 ha. Os índices morfométricos foram obtidos a partir do censo da plantação. A correlação entre os índices foi feita com a matriz de Person e os resultados foram comparados com os resultados de uma amostra encontrada no Rio Grande do Sul, Brasil. Para este propósito foi determinado o valor crítico de *t-Student*, tendo amostras bivariadas. Foi realizada a análise dendrodronológica de 7 árvores, utilizando o software de imagem *CooRecorder* e os dados foram revisados com o software COFECHA, o crescimento médio anual de *Araucaria angustifolia* foi de 6,95 mm, com máximo de 10,03 mm e mínimo de 4,20 mm. Os resultados obtidos, indicam que a espécie está adaptada ao ambiente pesquisado e que tem potencial para produção de madeira.

Palavras-chave: Adaptação. Potência. Biometria florestal.

ABSTRACT

this study evaluates the suitability and productive potential of *Araucaria angustifolia* in Perú. the species was introduced in a 1,9-ha plantation in Oxapampa, Perú—the largest plantation in the country—through a peruvian-german agreement in 1989. the study covers seed production, natural regeneration; morphometric, phytosanitary, and volumetric patterns; as well as a dendrochronological analysis. Evidence from seed collection shows that 55,2% did not germinate, 37,1%, germinated, and 7,7% had damage caused by insects. there is no evidence of damage from other animals to the seeds. the highest seed production was observed in the month of february, when precipitation begins to decline. the average temperature in the study area was 18°C, and the precipitation was 1 653,2 mm. the regeneration found in the area was 47 800 500 individuals per ha. Cross-correlation methods and the augmented *Dickey–Fuller* test were applied to analyze the relationship between temperature, precipitation, and germination, while the morphometric indices were obtained from the census. the correlation between indices was calculated using the *Pearson* matrix, and the results were compared to results from a sample in Rio Grande do Sul, Brazil, using critical values of the t-student distribution accounting for bivariate models. There was made a dendrochronological analysis of 7 trees using *CooRecorder* image software and reviewed the dates using the COFECHA software, the average annual growth of *araucaria angustifolia* was 6,95 mm, with a maximum of 10,03 mm and a minimum of 4,20 mm. the results, indicate that the species is adapted and that it has potential for wood production.

Keywords: Adaptation. Potential. Forest biometrics

RESUMEN

El trabajo evalúa la adaptación y el potencial productivo de *Araucaria angustifolia* en el Perú, la especie fue introducida al país el 1989 por un convenio peruano – alemán, fue establecida una plantación de 1.9 ha en Oxapampa – Perú, que es la más grande que existe en el país. Se evaluó la producción de semillas, la regeneración natural, los padrones morfométricos, fitosanitarios, volumétricos así como el análisis dendrocronológico. La mayoría de resultados corresponden al censo de 469 árboles. De las semillas recolectadas, 55,2% fueron no germinadas, 37,1% fueron germinadas y 7,7% de las semillas tuvieron daños causados por insectos y no fueron observados daños de otros animales a las semillas. la precipitación empieza a decaer en el mes de febrero que coincide con es el mes de mayor producción semillas. La temperatura promedio del área de estudio es de 18°C y la precipitación 1 653,2 mm. se aplicó la correlación cruzada para analizar la relación temperatura, precipitación y germinación, así como, la prueba de *Dickey Fuller* aumentada. la regeneración encontrada en el área fue 47 800 individuos por ha. Los índices morfométricos se obtuvieron del censo de la plantación. La correlación entre los índices se realizó con la matriz de *Pearson*, se compararon los resultados con una muestra hallada en Rio Grande do Sul, Brasil. para tal efecto se determinó el valor crítico de *t- Student*, al tener muestras bivariadas. En términos generales, se observa que las correlaciones entre las variables estudiadas son similares a las halladas en el tipo de relación (directa o inversa) y en muchos casos en dimensión. Se realizó el análisis dendrocronológico de 7 árboles, utilizando software de imagen *CooRecorder* y se revisaron las dataciones con el software COFECHA, el crecimiento medio anual de *Araucaria angustifolia* fue de 6,95 mm con un máximo de 10,03 y mínimo de 4,20 mm. Los resultados obtenidos a pesar de ser preliminares indican que la especie está adaptada al ambiente investigado y que tiene potencial para producción de madera.

Palabras clave: Adaptación, Potencial, Biometría Forestal.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN NATURAL DE <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i>	20
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO - OXAPAMPA - PERÚ.	31
FIGURA 3 CLIMOGRAMA DE OXAPAMPA – PERÚ.....	32
FIGURA 4. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA - PERÚ.....	33
FIGURA 5. CALICATA PARA TOMA DE MUESTRA DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO, OXAPAMPA - PERÚ.	35
FIGURA 6. MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN CADA CALICATA, OXAPAMPA - PERÚ.....	35
FIGURA 7. DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE MUESTRA PARA LA COLECCION DE SEMILLAS CAÍDAS, OXAPAMPA - PERÚ.....	36
FIGURA 8. SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLI</i> , VIABLES, GERMINADAS Y ATACADAS, OXAMPAPA - PERÚ.....	37
FIGURA 9. TOMA DE LAS DIMENSIONES DE LAS SEMILLAS RECOLECTADAS EN OXAPAMPA - PERÚ.	38
FIGURA 10 - SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , RECOLECTADAS EN OXAPAMPA - PERÚ, INDIVIDUALIZADAS PARA OBSERVAR EL PROCESO DE GERMINACIÓN.	39
FIGURA 11. DISTRIBUCION DE MUESTRAS CON LOS COLECTORES PARA SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.....	40
FIGURA 12. INSTALACION DE LOS COLECTORES DE SEMILLAS DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	41
FIGURA 13. FORMA DE TOMA DE LAS MEDIDAS DE LAS CIRCUNFERENCIAS DE LOS CONOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , RECOLECTADOS EN OXAPAMPA - PERÚ.....	42
FIGURA 14 - REGENERACION NATURAL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	43
FIGURA 15. MARCO DE 1m x 1m PARA LA TOMA DE MUESTRA DE LA REGENERACION NATURAL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	44

FIGURA 16. PUNTOS DE MUESTRA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.....	44
FIGURA 17. COLECTA DE INFORMACIÓN DE REGENERACIÓN NATURAL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	45
FIGURA 18. FORMATO DE LA TABLA N° 1 PARA COLECCIÓN DE DATOS MORFOMETRICOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	47
FIGURA 19. FORMA DE TOMA DE INFORMACION DE LOS RADIOS DE COPA DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	47
FIGURA 20. INFORMACION REGISTRADA DE CADA ARBOL	48
FIGURA 21. VARIABLES MORFOMETRICAS EVALUADAS PARA <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	49
FIGURA 22. PRESENCIA DE HONGOS EN <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	50
FIGURA 23. ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> CON SÍNTOMA DE ATAQUE DE HONGOS O DE INSECTOS, OXAPAMPA - PERÚ.....	50
FIGURA 24. PRESENCIA DE DAÑO DE INSECTO EN <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.....	51
FIGURA 25. RAMAS CAIDAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA - PERÚ.	51
FIGURA 26. ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> SECANDOSE, OXAPAMPA - PERÚ.	51
FIGURA 27. ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> INCLINADO, OXAPAMPA - PERÚ...	52
FIGURA 28. UBICACIÓN DE LOS ARBOLES DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> TALADOS, OXAPAMPA - PERÚ.....	53
FIGURA 29. ORDEN PARA OBTENER LA RODAJAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.....	53
FIGURA 30 - MARCADO DE LA ALTURA DE LAS RODAJAS DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.	54
FIGURA 31. CORTE DE LAS RODAJAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.	54
FIGURA 32. MARCADO DE RODAJAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.	55
FIGURA 33. CODIFICACION DE LAS RODAJAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.	55

FIGURA 34. SOPORTE DE CAMARA FOTOGRÁFICA PARA TOMAR FOTOS DE LAS RODAJAS DE DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> PARA ANÁLISIS FUSTAL, LIMA - PERÚ.....	56
FIGURA 35. FOTOGRAFIA DE RODAJA DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , LIMA - PERÚ...	56
FIGURA 36. IMÁGENES DE LOS DISCOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> OBTENIDOS PARA ANÁLISIS FUSTAL, CON UNA REGLA PARA DEFINIR LA ESCALA EN PÍXELES / MM, LIMA - PERÚ.....	57
FIGURA 37. IMAGEN QUE CONTIENE UNA PORCIÓN DE UN DISCO DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> , A PARTIR DE LA MEDULA Y RADIO MEDIO, LIMA – PERÚ.	58
FIGURA 38 - RADIO MEDIO EN ESCALA AJUSTADA DE PORCIONÉS DE...	59
FIGURA 39. PANTALLA DEL SOFTWARE ANATRO DE LA UFPR, QUE CONTIENE ANILLOS DE CRECIMIENTO VECTORIZADOS CON SUS RESPECTIVOS RADIOS MEDIOS Y HOJA DE CÁLCULO QUE CONTIENE VARIABLES PARA EL CÁLCULO DEL ÁREA.....	60
FIGURA 40 - PANTALLA ANATRO/UFPR QUE CONTIENE EL PERFIL DEL ÁRBOL Y LA HOJA DE CÁLCULO DE VARIABLES DENDROMÉTRICAS.	60
FIGURA 41.RELACIÓN ALTURA (M) X RADIO (MM) PARA LA EDAD DE 25 AÑOS Y LÍNEA DE TENDENCIA GENERADA EN MS EXCEL.....	61
FIGURA 42. ORUGA DE <i>CRYPTASPASMA</i> SP EN LAS SEMILLAS DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA – PERÚ.	67
FIGURA 43. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> Y LA GERMINACIÓN PROMEDIO, OXAPAMPA – PERÚ.	73
FIGURA 44. RELACION ENTRE LAS SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> COLECTADAS Y EL PORCENTAJE DE GERMINACION, OXAPAMPA – PERÚ.....	73
FIGURA 45. TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN OXAPAMPA – PERÚ. .	79
FIGURA 46. DIAGRAMA CLIMÁTICO PARA O PARQUE ESTADUAL CAMPOS DO JORDÃO – SÃO PAULO – BRASIL, DE UN PERIODO DE 30 AÑOS.	79

FIGURA 47. RELACIÓN ENTRE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> COLECTADAS, TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN OXAPAMPA – PERÚ.....	82
FIGURA 48. GRAFICA DE SERIE ESTACIONARIA.....	83
FIGURA 49. SERIE DE TIEMPO DE LAS VARIABLES PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN MENSUAL, PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE E CANTIDADE DE SEMILLAS DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA - PERÚ.	84
FIGURA 50. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CORRELACION DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> VS PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA E PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL. CANTIDAD DE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> VS PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA E PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL. OXAPAMPA – PERÚ.....	85
FIGURA 51. GERMINACION NATURAL DE LAS SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA – PERÚ.	89
FIGURA 52. ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , MUERTA POR SUPUESTO ATAQUE DE HONGOS, OXAPAMPA – PERÚ.	100
FIGURA 53. CLIMATOGRAMA DE OXAPAMPA – PERÚ.	105
FIGURA 54. INCREMENTO DIAMÉTRICO DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.	108
FIGURA 55. INCREMENTO DEL ÁREA TRANSVERSAL DEL ÁRBOL DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.....	109
FIGURA 56. INCREMENTO DE LA ALTURA DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.	110
FIGURA 57. INCREMENTO VOLUMETRICO DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.	111
FIGURA 58. FACTOR DE FORMA DEL DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ..	112

FIGURA 59. PERFIL LONGITUDINAL DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ..	112
FIGURA 60. INCREMENTO DIAMETRICO DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.	113
FIGURA 61. INCREMENTO DEL ÁREA TRANSVERSAL DEL ÁRBOL DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.....	114
FIGURA 62. INCREMENTO DE LA ALTURA DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.	116
FIGURA 63. INCREMENTO VOLUMÉTRICO DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.	117
FIGURA 64. FACTOR DE FORMA DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ..	117
FIGURA 65. PERFIL LONGITUDINAL DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ..	118

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CLASES DIAMETRICAS DE LAS ARBOLÉS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.	48
TABLA 2. CODIFICACIÓN DE LAS RODAJAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.	54
TABLA 3. PESO, PESO PROMEDIO, DIMENSIONES, ATAQUE DE INSECTOS, DE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> GERMINADAS Y NO GERMINADAS, COLECTADAS EN EL MUESTREO, OXAPAMPA – PERÚ.	65
TABLA 4. PESO, PESO PROMEDIO, DIMENSIONES, ATAQUE DE INSECTOS, DE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> GERMINADAS Y NO GERMINADAS, OXAPAMPA – PERÚ.	66
TABLA 5. SEMILLAS COLECTADAS AL AZAR EN LA PLANTACION DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA – PERÚ.	68
TABLA 6. SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , NO GERMINADAS Y SUS DIMENSIONES, COLECTADAS AL AZAR EN OXAPAMPA – PERÚ.	69
TABLA 7. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LOS COLECTORES DE SEMILLAS INSTALADOS EN LA PLANTACIÓN DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA – PERÚ.	70
TABLA 8. SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> RECOLECTADAS CON COLECTORES AEREOS, OXAPAMPA – PERÚ.	71
TABLA 9. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , RECOLECTADAS EN OXAPAMPA-PERÚ, ENTRE LOS MESES DE OCTUBRE 2107 A AGOSTO DE 2018.	72
TABLA 10. DIMENSIONES Y PESO DE LOS CONOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , COLECTADOS EN OXAPAMPA – PERÚ.	74
TABLA 11. NÚMERO DE SEMILLAS E SUS DIMENSIONES EN EL CONOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , COLECTADOS EM OXAPAMPA – PERÚ.	75
TABLA 12. ÉPOCA DE MADURACIÓN DE PIÑONES DE CINCO VARIEDADES DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> SEGÚN DESCRIPCIÓN DE REITZ Y KLEIN (1966).	80

TABLA 13. PRECIPITACION, TEMPERATURA Y CANTIDAD DE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA – PERÚ.	81
TABLA 14. ESTACIONARIEDAD DE LAS SERIES ESTUDIADAS DE PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL, PORCENTAJE DE GERMINACIÓN E CANTIDADE DE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA - PERÚ.	84
TABLA 15. TABLA DESCOMPUESTA Y VALOR MINIMO DE SIGNIFICANCIA PARA SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA – PERÚ.....	86
TABLA 16. ALTURA DE MUESTRAS DE REGENERACION NATURAL DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA – PERÚ.	88
TABLA 17. VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES E ÍNDICES POR CLASE DIAMÉTRICA Y TOTAL DE UNA PLATACION DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA PERÚ.....	93
TABLA 18. MATRIZ CON LOS VALORES DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON, DEL TOTAL DE LA PLANTACION DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA – PERÚ.....	95
TABLA 19. VOLUMEN TOTAL VS OTROS CARACTERÍSTICAS E ÍNDICES MORFOMÉTRICOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.....	96
TABLA 20. INDICE DE SALENCIA VS OTRAS CARACTERÍSTICAS E INDICE DE ABRAGENCIA DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.....	96
TABLA 21. INDICE DE ABRAGENCIA VS OTRAS CARACTERISTICAS DE <i>A.</i> <i>ANGUSTIFOLIA</i> , OXAPAMPA – PERÚ.	97
TABLA 22. COMPARACION DE INDICES MORFOMETRICOS DE DOS CLASES DIAMETRICAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , PROCEDENTE DE OXAPAMPA CON BRASIL.	98
TABLA 23. VARIABLES AVALUADAS PARA DETERMINACIÓN DEL ESTADO FITOSANITARIO DE LOS ARBOLÉS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> , EN LAS CLASES DIAMETRICAS DE LA PLANTACION DE OXAPAMPA – PERÚ.	101

TABLA 24. NÚMERO DE ANILLOS DE CRECIMIENTO EN LOS ÁRBOLES DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> SELECCIONADOS EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.....	103
TABLA 25. VARIABLES DENDROMÉTRICAS DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.	107
TABLA 26. VARIABLES DENDROMÉTRICAS DEL ÁRBOL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.	115

LISTA DE ABREVIATURAS O SIGLAS

MO	Materia orgánica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
h	Altura
Hf	Altura hasta la primera bifurcación
Ht	Altura total
Al	Aluminio
Ca	Calcio
Ca CO ₃	Carbonato de calcio
cm	Centímetro
0° 0' 0"	Cero grados, cero minutos, cero segundos
Cd	Co dominante
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DC	Diámetro de copa
doi	Digital Object Identifier
D	Dominante
E	Este
FF	Factor de forma
UNLP	Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
FC	Formal de copa
P	Fósforo
GE	Grado de esbeltez
°C	Grados Centígrados
gr	Gramos
ha/año	Hectárea año
ICA h	Incremento corriente annual de altura
ICA vol	Incremento corriente annual de volúmen
ICA	Incremento corriente anual
IMA	Incremento medio anual
IMA h	Incremento medio anual de altura

IMA vol	Incremento medio anual de volúmen
IA	Índice de abragencia
pH	Índice de acidez
IS	Índice de salencia
ISSN	International Standard Serial Number
CC	Largo de copa
Mg	Magnesio
>	Mayor
≤	Mayor e igual
≥	Menor e igual
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
m ³ /ha	Metro cúbico por hectárea
m ³ /ha/año	Metro cúbico por hectárea por año
msnm	metro sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
N	Norte
O	Oeste
W	Oeste
p	Página
pp	Páginas
PR	Parana
π	Pi
%	Porcentaje
PC	Porcentaje de copa
K	Potasio
r ²	Radio al cuadrado
RS	Rio Grande so Sul
SC	Santa Catarina
Na	Sodio
S	Suprimido
S	Sur
UFPR	Universidade Federal do Paraná
Vol	Volúmen

SUMÁRIO

1	INTRODUCCIÓN	17
1.1	OBJETIVO GENERAL	19
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2	REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1	<i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i>	20
2.1.1	Distribución natural	20
2.1.2	Descripción botánica	21
2.1.3	Características organolépticas	22
2.1.4	Usos	22
2.2	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	22
2.2.1	Precipitación	22
2.2.2	Temperatura	22
2.2.3	Suelo	23
2.3	REGENERACIÓN NATURAL	23
2.4	SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i>	25
2.4.1	Dispersión de semillas	25
2.4.2	Colección de semillas	26
2.4.3	Cuantificación de conos y semillas	27
2.5	ESTUDIO FITOSANITARIO	28
2.6	MORFOLOGÍA ÍNDICES MORFOMÉTRICOS	29
2.7	DENDROCRONOLOGÍA	30
3	MATERIALES Y METODOS	31
3.1	UBICACIÓN	31
3.2	IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE Y CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	34
3.3	COLECTA DE SEMILLAS Y CONOS	35
3.3.1	Colección de semillas de <i>A. angustifolia</i> en puntos de muestra	36
3.3.2	Colección de semillas de <i>A. angustifolia</i> con colectores aéreos	39
3.3.3	Conos de semillas de <i>A. angustifolia</i>	42

3.3.4	Influencia de la precipitación y la temperatura en la producción de semillas de <i>A. angustifolia</i>	42
3.4	REGENERACIÓN NATURAL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i>	43
3.5	INVENTARIO 100% (CENSO) Y DATOS MORFOMÉTRICOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i>	45
3.5.1	Inventario 100% (Censo)	45
3.5.2	Datos morfométricos.....	46
3.6	ESTADO FITOSANITARIO	50
3.7	ANÁLISIS FUSTAL	52
3.7.1	Recolección de rodajas	52
3.7.2	Análisis de crecimiento del tronco	57
3.7.3	Análisis de crecimiento con software ANATRO	57
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1	IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA.....	62
4.2	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA PLANTACIÓN DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA	62
4.3	SEMILLAS Y CONOS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i>	64
4.3.1	Semillas de <i>A. angustifolia</i> colectadas en 10 puntos de muestra	64
4.3.2	Semillas colectadas al azar en la plantación de <i>A. angustifolia</i> en Oxapampa	68
4.3.3	Semillas de <i>A. angustifolia</i> recolectadas en colectores aéreos	69
4.3.4	Conos colectados al azar	74
4.3.5	Consideraciones sobre la producción de semillas de <i>A. angustifolia</i> en Oxapampa – Perú.	76
4.4	INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA.	78
4.5	. REGENERACIÓN NATURAL DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA.....	88
4.6	INVENTARIO 100 % (CENSO) DE LA PLANTACIÓN DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA	92
4.7	MORFOMETRÍA DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN OXAPAMPA.....	93
4.8	ESTADO FITOSANITARIO DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA.....	100

4.9	ANÁLISIS FUSTAL DE ARBOLÉS DE <i>A. ANGUSTIFOLIA</i> EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA	103
4.9.1	Determinación de la edad de los árboles de <i>A. angustifolia</i>	103
4.9.2	Determinación del crecimiento volumétrico de <i>A. angustifolia</i>	106
4.9.3	Análisis de tronco – Árbol de <i>A. angustifolia</i> de la menor clase diametral	106
4.9.4	Análisis de tronco - Árbol de <i>A. angustifolia</i> de la mayor clase diametral	113
5	CONCLUSIONES	120
6	RECOMENDACIONES	122
	REFERÊNCIAS	123

1 INTRODUCCIÓN

En el Perú las mayores áreas de plantaciones con especies exóticas son de pino: (*Pinus patula*), (*Pinus radiata*) en la sierra y (*Pinus tecunumanii*) en Ceja de selva. Así como de eucalipto: (*Eucaliptus globulus*) en sierra y (*Eucaliptus urograndis*) en selva y pequeñas áreas de teca (*Tectona grandis*) y Araucaria (*Araucaria angustifolia*) en ceja de selva y selva.

En su mayoría las plantaciones no han tenido un objetivo para el uso final, se han plantado y se ha esperado el resultado de su adaptación, en algunos casos se han tenido resultados, pero no se ha hecho una evaluación de lo alcanzado.

El incremento poblacional va acompañado de un incremento de la demanda de madera que el bosque natural no puede ofertarla, en ese sentido es necesario cubrir esa demanda con madera importada.

La producción peruana de madera ha caído en los últimos años. La menor producción redujo las exportaciones y la oferta orientada al mercado local, generando un déficit que ha venido siendo cubierto por importaciones. En el periodo 2007-2017, las importaciones de madera pasaron de US\$ 100 a más de US\$ 300 millones (MINCETUR, 2018). De seguir las tendencias actuales, el déficit comercial de productos forestales podría llegar a los US\$ 2 610 millones en 2023 (QUISPE, 2015).

El incremento de importaciones de madera, está acompañado de intenciones de hacer plantaciones en el Perú que no han despegado aún. La reforestación en el Perú se inicia en el año 1870 con la introducción de las especies de eucalipto en la Sierra por iniciativa de las empresas mineras (MINAGRI, 2019).

Esta tarea de reforestación viene siendo ejecutada por el sector privado e instituciones públicas, teniéndose a la fecha una superficie de 824 310 hectáreas de bosques plantados a nivel nacional, principalmente con las especies de eucaliptos y pinos (MINAGRI, 2019).

En la actualidad una característica de las plantaciones forestales en Perú es su relativa baja productividad, resultado de un deficiente manejo silvicultural,

ausencia del mejoramiento de suelos y de la falta de criterios sólidos para la selección de sitios (CIFOR, 2017). En este escenario, hace necesario que los programas de reforestación nacionales consideren tomar en cuenta las experiencias sobre las especies de rápido crecimiento con potencial de producción de madera, que hayan sido introducidas en el país y que se hayan adaptado.

En el año 1989, con el convenio Peruano Alemán, se introdujo en Oxapampa, las semillas de *Araucaria angustifolia* sembrándolas en un predio de 1,9 ha. Esto corresponde la única plantación en el Perú de esta dimensión, con una edad estimada de 30 años y sobre la cual no se han hecho estudios sobre los aspectos de adaptación relacionados a su silvicultura, así como su dendrocronología.

Es importante resaltar que la especie en su área natural de distribución ha sido sobre explotada, con reducción drástica de su población natural, poniendo la misma en amenaza de extinción. En este contexto, evaluar la adaptación de la especie en otras latitudes, como la de Oxapampa, significa una oportunidad para ampliar las posibilidades de contar con material genético adaptado a otros factores climáticos y edáficos, bien como para agregar posible alternativa local para producción de madera

En ese escenario y en atención que es una especie introducida y con características para producción de madera, el presente estudio brindará información sobre la adaptación, los aspectos silviculturales y dendrocronológico de la especie *Araucaria angustifolia* en Oxapampa.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar adaptación y el potencial productivo de la especie exótica *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, en el Perú.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la producción de semillas y la regeneración de la especie *A. angustifolia* (Bertol.) Kuntze.
- Determinar los padrones morfométricos y fitosanitarios de la plantación de *A. angustifolia* (Bertol.) Kuntze.
- Evaluar los padrones de crecimiento y volumétricos de *A. angustifolia* (Bertol.) Kuntze en Oxapampa Perú.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

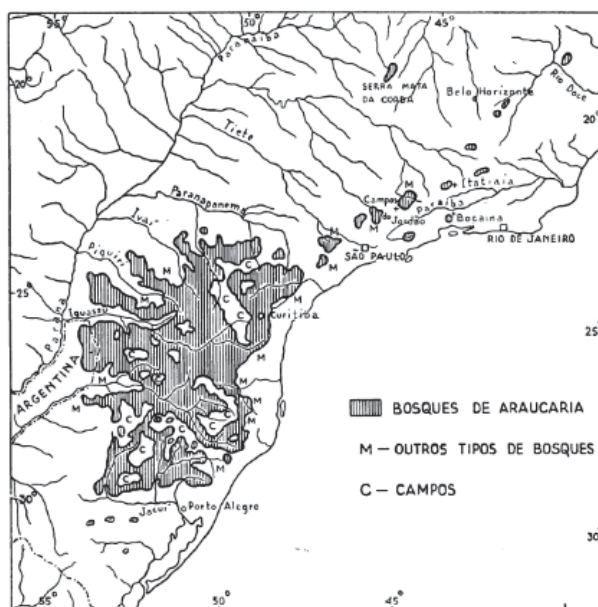
2.1 ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA

2.1.1 Distribución natural

Según Di Marco (2012), *Araucaria angustifolia* es una de las doce especies del género que tiene una distribución desde los 19° de latitud sur hasta los 30° latitud sur. Danner *et al.* (2012), indican que es una especie de la formación de la Mata atlántica que se desarrolla entre los 500 a 2 300 msnm en el sur de Brasil Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Misiones en Argentina y alto Paraná en Paraguay.

En la FIGURA 1 se puede apreciar su distribución natural. Hess *et al.* (2016) indican que la *A. angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucaria) es un árbol del Bosque de Araucaria en América del Sur, es una especie pionera, intolerante a la sombra y domina el estrato superior del dosel.

FIGURA 1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN NATURAL DE *Araucaria angustifolia*.



Fuente: Hueck (1953)

La distribución actual de la araucaria ha sido afectada por múltiples razones por lo que el área mostrada en la FIGURA 1 es menor. Medina-Macedo

et al. (2016) mencionan que al llegar a ser considerada en amenaza de extinción.

Mantovani & Costa (2018) mencionan que la reducción de las poblaciones naturales fue uno de los principales aspectos para que esta especie sea considerada entre las amenazadas de extinción, agregan que una de las principales acciones debería ser fomentar la plantación de araucaria, principalmente con genotipos preseleccionados de interés.

2.1.2 Descripción botánica

La especie *Araucaria angustifolia* fue descrita científicamente por el naturalista europeo Antonio Bertolini, en 1820, de la colección de un árbol plantado en Morro do Corcovado, Río de Janeiro. Inicialmente lo llamó *Columbea angustifolia* y más tarde, por afinidad con *A. araucana*, cambió a *Araucaria angustifolia*. La clasificación botánica de la especie es: Reino Plantae, phylum Gymnospermae, clase Coniferopsida, orden Coniferae, familia Araucariaceae, género *Araucaria*, especie *A. angustifolia*. Es un árbol perenne que alcanza los 35 metros de altura y diámetros de 50 a 150 cm. Fuste recto, cilíndrico y libre de ramas en casi toda su extensión en la edad adulta. Hasta los diez o doce años, la copa es de forma piramidal, luego comienza a ensancharse y adquiere progresivamente su característica de forma aparasolada. Corteza gruesa de color pardo rojiza con grandes lenticelas horizontales. Hojas espiraladas, simples y alternas, de forma lanceolada, sésiles y consistencia coriácea. Ápice agudo y mucronado. Flores dioicas, las masculinas dispuestas en amentos y las femeninas formando conos o estróbilos (ZANETTE *et al.* 2017).

Según Di Marco (2012), los frutos, que llegan a medir entre 14 y 18 cm de diámetro, alcanzan la madurez luego de casi dos años. Presenta un tronco recto y cilíndrico, con ramas dispuestas en 8 a 15 verticilos, con 6 a 10 ramas por verticilo. Las araucarias más viejas tienen forma de candelabro, debido a la pérdida de espirales basales. Las ramas primarias y secundarias son de hábito plagiotrópico, causando crecimiento lateral. Las ramas secundarias se conocen como grimpas y contienen hojas llamadas acículas (ZANETTE *et al.* 2017).

2.1.3 Características organolépticas

Color de albura blanco amarillento, color duramen blanco ocráceo con vetas rosadas, textura fina y homogénea, brillo suave, olor ausente, grano recto y veteado suave o algo marcado (IFONA, 2004).

2.1.4 Usos

Además de la madera, tiene usos importantes las semillas, que constituyen alimentos nutritivos y energéticos para la alimentación humana y la vida silvestre (WENDLING, 2011).

Por su largo de traqueidas y rendimiento de celulosa es apta también como fuente de fibras para la industria de papel, cartón y tableros prensados (DI MARCO, 2012; RETAMOSO, 2009). Por otro lado, las ramas producen leña de excelente calidad, además, la resina de los nudos de las ramas y de la corteza son empleados para la elaboración de barnices, acetona, trementina y otros productos químicos (RETAMOSO, 2009).

2.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

2.2.1 Precipitación

Las condiciones climáticas ideales de precipitación son entre 1250 y 2200 milímetros distribuidas uniformemente durante el año, o sea sin período de sequía. Su área de distribución principal es al sur del Brasil y de la zona limítrofe de la Argentina; donde se tiene lluvias uniformes; también habita más al norte en pequeños relictos montanos de São Paulo y Minas Gerais -Brasil, con lluvias estivales y con inviernos relativamente húmedos (GOLFARI, 1963)

2.2.2 Temperatura

A. angustifolia está acostumbrada en su hábitat natural a una temperatura media anual de 10 °C hasta 18 °C, no obstante, se ha desarrollado con éxito en la provincia de Misiones, Argentina (GOLFARI, 1963; LUNA & FONTANA, 2017) indican que las bajas temperaturas de las elevadas altitudes

donde se encuentra distribuido, le permiten manifestar una tolerancia y adaptabilidad que le confiere ventajas respecto a otros árboles con los que compite; es ésta una de las principales características medioambientales que determinan su distribución y por ende su susceptibilidad al cambio climático.

2.2.3 Suelo

A. angustifolia crece de forma natural en muchos tipos de suelos: desde los poco profundos hasta los profundos y desde los húmedos hasta los adecuadamente drenados. La presencia de escarcha permite a la especie, en las elevadas altitudes donde prospera, manifestar un comportamiento que le confiere superioridad respecto a otros árboles con los que compite; es esta una de las principales características medioambientales que determinan su distribución y por ende su susceptibilidad al cambio climático (WREGGE *et al.* 2009).

Se desarrolla en una amplia variedad de suelos procedentes de granitos, basaltos, dioritas, filitas, piedra arenisca, esquistos y pizarras. El volumen de alimentos para las plantas disponible en el suelo, sumado a la capacidad de éste para retener humedad, parecen ser de mayor importancia que la textura o la profundidad (ROGER, 1954).

2.3 REGENERACIÓN NATURAL

La regeneración natural tiene un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad de los bosques tropicales, dicho proceso ocurre en múltiples fases: producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas (Norden, 2014).

El análisis florístico y estructural de la regeneración a largo plazo aporta información sobre la dinámica del bosque y permite clasificar las comunidades vegetales en etapas sucesionales (Corrêa, 2018).

Los estudios señalan que hay poca regeneración de araucaria en bosques donde hay poca iluminación, encontrándose con más frecuencia en doseles abiertos, lo que demuestra que la regeneración depende de los claros del bosque. (ZANETTE *et al.*, 2017).

Rodríguez *et al.* (2019) indican que la mayor diversidad funcional de especies y la regeneración natural de especies arbóreas en las plantaciones de *Araucaria angustifolia* se debe en parte al manejo silvicultural que se aplica generalmente a esta especie, particularmente la edad de cosecha y los raleos. El raleo impacta positivamente sobre la biodiversidad en las plantaciones, ya que abre el dosel, permitiendo que haya una mayor disponibilidad de recursos en el sotobosque, lo que se traduce finalmente en una mayor biodiversidad.

Arnoni *et al.* (2017), Observaron que en los bosques del sur Brasil, al no tener intervenciones silvícolas, los remanentes de Bosques de *Araucaria* están presentado tasas mínimas de regeneración.

Paludo *et al.* (2011), observaron que la fase crítica del desarrollo de la regeneración de *A. angustifolia* es hasta 50 cm de altura y la mortalidad llega hasta hasta los 2 m de clase altura, en una área de la Reserva Genética Florestal de Caçador (RGFC), Estado de Santa Catarina, indican que para tener resultados más consistentes sobre la dinámica de la regeneración natural debe monitorearse durante varios años, especialmente por la longevidad de la especie.

Paludo *et al.* (2011), reportan que en la (RGFC), la regeneración de *A. angustifolia*, presentan bajo crecimiento medio anual en altura: 6,9 cm

Moscovich *et al.* (2010), al estudiar el bosque nativo de Misiones, Argentina, determinaron que *A. angustifolia* domina los tres primeros estratos (árboles mayores a 25 m de altura) mientras que los estratos inferiores no presentaron individuos de *A. angustifolia* lo que demuestra la poca capacidad de regeneración de la especie.

Duarte *et al.* (2002), en un análisis de comparación entre plantación y bosque nativo de *A. angustifolia*, determinó que la disponibilidad de luz no limitaba la regeneración de la especie. Asimismo, Duarte & Dillenburg (2000) realizaron estudios de crecimiento dentro de un invernadero determinando que el crecimiento de plántulas de *A. angustifolia* en sitios de luz alta y media fue similar al menos en sus etapas iniciales de desarrollo. Paludo *et al.* (2011) mencionan que los estudios sobre el crecimiento, la mortalidad y su relación con la luz en el medio natural, podría aclarar mejor el papel de la luz en las dinámicas de *A. angustifolia*.

Olguín *et al.* (2019) afirman que en espacios intermedios del bosque, con sombra intermedia, la supervivencia de *A. angustifolia* es mayor que bajo el dosel denso y la mortalidad no está relacionada con la posición de la planta en los espacios. Sin embargo, la tasa de crecimiento es mayor en las posiciones con mayor radiación. Además, determinaron que *A. angustifolia*, tiene baja capacidad para producir ajustes morfofisiológicos en respuesta a las condiciones proporcionadas por el dosel del bosque y esto puede explicar su limitada regeneración en el sotobosque.

2.4 SEMILLAS DE *A. angustifolia*

2.4.1 Dispersión de semillas

La dispersión de semillas, puede ser barocórica (por gravedad) o zoocórica (animales) en Brasil se reportan pequeños mamíferos y aves como *Amazona pretrei* y *Cyanocorax caeruleus* como vectores de dispersión. (ZANETTE *et al.*, 2017), estos animales actúan como predadores y como los principales dispersores por aire en el caso de las aves y al enterrar las semillas como el caso de los pequeños mamíferos. (MONTEIRO, 2019).

En un estudio realizado en diferentes zonas (Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) se investigó la germinación de las semillas transportadas por 9 especies (*Psittacidae sp.*) comparándolas con las transportadas por (*Cyanocorax sp.*), se verificó que germinaron mejor las transportadas por *Psittacidae sp.* (CAMARGO, 2016)

En un estudio realizado en Campos do Jordão (SP) se observó que la acumulación de semillas es transitorio, la mayoría son extraídas o depredadas por animales (97%), muchos de los animales escarifican los piñones y los abandonan, sobre todo cuando la densidad es alta. (SOLÓRZANO-FILHO, 2001)

En la última década estudios arqueológicos sugieren que la araucaria tuvo una expansión por la actividad de las tribus Kaingang y Xokleng hace 1 450 años, ya que usaban el piñón como alimento, así como plantas para delimitar su territorio, esto refuerza la hipótesis que los humanos también tuvieron una contribución en la dispersión de la araucaria (ZANETTE *et al.*, 2017)

El futuro de la *Araucaria* está bajo una amenaza por la pérdida de hábitat del siglo XX y el cambio climático del siglo XXI. Los estudios paleoecológicos han revelado que se expandió rápidamente sobre los pastizales de las tierras altas hace unos 1000 años, pero está en debate si esta expansión fue causada por el uso humano de la tierra o el cambio climático. Sin embargo, hasta ahora no ha sido posible discriminar entre estos impulsores potenciales con el polen fósil, ya que la representación palinológica de las diferencias florísticas y estructurales en el bosque de *Araucaria* sigue siendo poco conocida. (CÁRDENAS *et al.*, 2019)

2.4.2 Colección de semillas

En estudios de *A. angustifolia*, Bortoncello *et al.* (2018) mencionan que, para la evaluación de semillas, se instalan recolectores de semillas, hechos con una lámina de plástico de 2 mm, unida con alambre galvanizado y estacas de madera, cada uno con un área de 1 m², distribuidos aleatoriamente dentro del bosque, buscando simular la caída de piñones en el suelo.

En general, Zanette *et al.* (2018) recomiendan recolectar el piñón maduro cuando todavía está atrapado en el árbol o recientemente caído, ya que es destruido por los insectos cuando permanece en el suelo durante mucho tiempo. Gasparin *et al.* (2018) añade que la recolección de piñones debe realizarse en el punto de madurez fisiológica, momento en el cual las semillas tienen un mayor potencial germinativo y vigor, identificadas por los índices de maduración.

Según Gasparin *et al.* (2018), las semillas de *A. angustifolia* se clasifican como recalcitrantes, pierden viabilidad en poco tiempo, no toleran el almacenamiento a temperaturas negativas o se secan a bajos niveles de humedad, lo que dificulta su uso con fines comerciales. En consecuencia, el uso de semillas de *araucaria* para la producción de plántulas debe realizarse inmediatamente después de la cosecha o en cortos períodos de almacenamiento, así como se debe evaluar su viabilidad (WENDLING *et al.*, 2017).

Asimismo, Retamoso (2009) menciona, sobre la colección de *A. angustifolia* en Oxapampa, que los frutos maduros se abren cuando se encuentran todavía en la copa o bien caen enteros, por lo que la recolección se

puede realizar directamente del árbol escogiendo los conos que posean una coloración marrón clara o del mismo suelo, escogiendo las semillas gordas y lustrosas.

2.4.3 Cuantificación de conos y semillas

Lima (1996) realizó un estudio en un fragmento con *A. angustifolia* (Bert.) en el que concluyó que la cantidad de semillas en el suelo de *A. angustifolia* era pobre en comparación a la cantidad de semillas de especies más pequeñas. El mismo autor señala que las posibles razones de la poca cantidad de semillas en el suelo se podrían deber a la presencia de fauna en la zona, así como, la capacidad recalcitrante de la semilla, es decir, pierde el poder de germinación rápidamente.

Latorre *et al.* (2019) indican que la cantidad promedio de semillas por cono varía entre 20 y 126, al evaluar plantaciones de *A. angustifolia* en dos localidades argentinas, San Antonio, Misiones y Estación Forestal 25 de Mayo, Buenos Aires, respectivamente.

Zavala (2018) indica que el tamaño del piñón afecta directamente en la capacidad y velocidad germinativa de la semilla. En *A. angustifolia*, el peso de la semilla (índice de calidad) está estrechamente relacionado con la germinación, viabilidad y vigor de la plántula. En *A. araucana*, el número de conos por hectárea promedio varía entre 407 y 801, el número de semillas por cono varía entre 83 y 150 y el número de semillas por kilogramo promedio varía entre 297 y 405, con un peso promedio entre 2 469 y 3 367 gramos por piñón. Mientras que en *A. angustifolia*, Retamoso (2009) estima que existen entre 150-300 semillas frescas por kilogramo.

Según Medina *et al.* (2018) los árboles que regeneraron en el sotobosque de las plantaciones de *A. angustifolia* estudiadas presentaron semillas con pesos en el rango de 0,001 a 7,5 gr. Se encontraron diferencias significativas en el peso de la semilla proveniente de rodales de distinta madurez. En los rodales jóvenes regeneraron mayor porcentaje de árboles con semilla livianas y muy livianas, mientras que en los rodales maduros livianas y medianas.

2.5 ESTUDIO FITOSANITARIO

La plantación evidencia la falta de tratamientos silviculturales, lo cual ha generado condiciones de humedad apropiadas para el desarrollo de hongos así como para el ataque de insectos, así como la presencia de árboles dominantes y suprimidos que alteran el normal crecimiento de la plantación.

Acosta *et al.* (2008) indican que *A. angustifolia* presenta la enfermedad Pestalotiopsis producida por el agente causal *Pestalotiopsis funerea*, cuyos síntomas son manchas foliares anfígenas de 0,5 a 1mm, circulares–irregulares, inicialmente castaño-rojizas a castañas, borde definido, grueso, oscuro; luego de 2mm o más, plateadas, borde definido, grueso, negro.

Acosta (2018) añade que los individuos presentaron hojas y ramitas, las basales en particular, secas y muertas que permanecieron adheridas a la planta.

Auer (1997) menciona que entre las enfermedades verificadas en *A. angustifolia*, la pudrición de la raíz, en árboles adultos, llama la atención el impacto que tienen en el árbol, por potenciales pérdidas para su silvicultura. Agrega que en los planes de manejo para la conservación La genética puede verse amenazada por este tipo de enfermedad. Las observaciones indican que la pudrición de la raíz es un proceso lento y la aparición de síntomas expresado por clorosis, sequía y muerte. Cuando se detecta el problema en la corona, la enfermedad ya se encuentra en una etapa avanzada en el sistema raíz. El debilitamiento de la parte aérea (disminución) predispone al árbol al ataque de patógenos e insectos, generalmente secundarios en el proceso.

Observó que los patógenos detectados asociados a *A. angustifolia* en el estado de Paraná son: *Fusarium sp* (vivero), *Phellinus sp*, (árboles de 3 a 18 años), *Armillaria sp.* (árboles adultos), *Pestalotia sp.* (árboles adultos), *Hendersonula sp*, (árboles adultos), *Aureobasidium* (árboles adultos) y *Pullulans* (árboles adultos).

Otra enfermedad estudiada es Fusariosis, producida por el agente causal *Fusarium sp.*, que produce en plantas de 5 meses, hojas necrosadas y tallitos secos, raíces y raicillas secundarias con desarrollo escaso, algunas de ellas con necrosis en la zona de crecimiento que causó la muerte de plantas. La severidad fue mayor en las plantas afectadas por la acción sinérgica de *Fusarium*

y *Pestaloptiosis funérea*, respecto a aquellas de 2 años de edad afectadas sólo por *Pestaloptiosis*, (ACOSTA, 2018).

En Brasil, se ha reportado que *A. angustifolia* es atacada por algunas especies de insectos, como las mariposas de la familia Tortricidae. De Medina (1991) y MAGyP (2020) reportan el ataque de la especie *Cydia araucariae* (mariposita del piñón) que ataca a los piñones formando galerías y en menos frecuencia a tallos y brotes a los cuales atacan, produciendo la destrucción de ramas y brotes tiernos.

Otras especies de la familia Tortricidae que también atacan a la *Araucaria angustifolia* son la especie *Cydia curitibana*, que ataca las ramas y la *Cydia trifascicolana*, que ataca los estróbilos masculinos (TOMAZINI *et al.*, 2011). En Costa Rica se ha reportado el ataque del cerambícido, *Steirastoma breve* a la especie *Araucaria angustifolia* (CATIE, 1991).

2.6 MORFOLOGÍA ÍNDICES MORFOMÉTRICOS

El diámetro de copa es una variable básica para la deducción de otras características de los árboles y corresponde a la distancia entre las líneas de proyección de los puntos más exteriores de la corona (DURLO & DENARDI, 1998).

Da Silva *et al.* (2017), realizaron la caracterización de la morfometría de *A. angustifolia* en el Bosque Nacional de Passo (Brasil), los índices morfométricos que tienen la mayor correlación entre ellos son la proporción de copa con la longitud de la copa, índice de cobertura con el diámetro de la copa, índice de saliencia (indica cuántas veces el diámetro de la copa es mayor que el DAP) con el índice de cobertura. Los índices morfométricos para *A. angustifolia* son un indicadores de adelgazamiento y análisis de competencia.

2.7 DENDROCRONOLOGÍA

Los anillos de crecimiento, son bandas de células producidas por el cambium vascular en un periodo, los mismos que son usados para estimar la edad de los árboles. Agrega que Los primeros estudios dendrocronológicos en el trópico se remontan a finales del siglo XIX. En numerosos países tropicales se han realizado investigaciones dendrocronológicas tanto en climas secos como húmedos, desde el nivel del mar hasta el límite de vegetación arbórea a más de 4000 m de altitud (GIRALDO, 2011).

Gutiérrez (2009) señala que el nombre indica una relación muy estrecha entre los árboles y el tiempo. La palabra deriva del griego dendron –árbol-, crono –tiempo- y logo –conocimiento- y denomina una disciplina científica dotada de un conjunto de principios, técnicas y métodos que permiten datar los anillos de anuales, extraer, separar e interpretar la información que contienen de los diferentes factores que han influido en su crecimiento. El objetivo principal es establecer cronologías o series maestras (series promedio).

Agrega que el crecimiento de los árboles, como cualquier proceso de crecimiento, no es continuo y se detiene en algún momento debido a la limitación impuesta por algún factor externo y/o interno, formándose los anillos. En muchas zonas del planeta con una estacionalidad climática marcada, los árboles detienen el crecimiento durante la época desfavorable y lo vuelven a iniciar cuando las condiciones climáticas son otra vez favorables, es patrón que se forman son los anillos de crecimiento que son usadas para determinar la edad de los árboles.

En cualquier situación, la actividad del cámbium es muy sensible a los factores ambientales y esta sensibilidad queda reflejada en las características de los anillos formados. Por lo tanto, la variabilidad del clima, la composición atmosférica, las características físicas y químicas del suelo, etc. modifican la tasa de formación de nuevas células, su número, su tamaño y el material utilizado para construirlas, determinando, a su vez, las características físicas (grosor y densidad) y químicas (isótopos, metales pesados, etc.) de los anillos (GUTIÉRREZ, 2009).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN

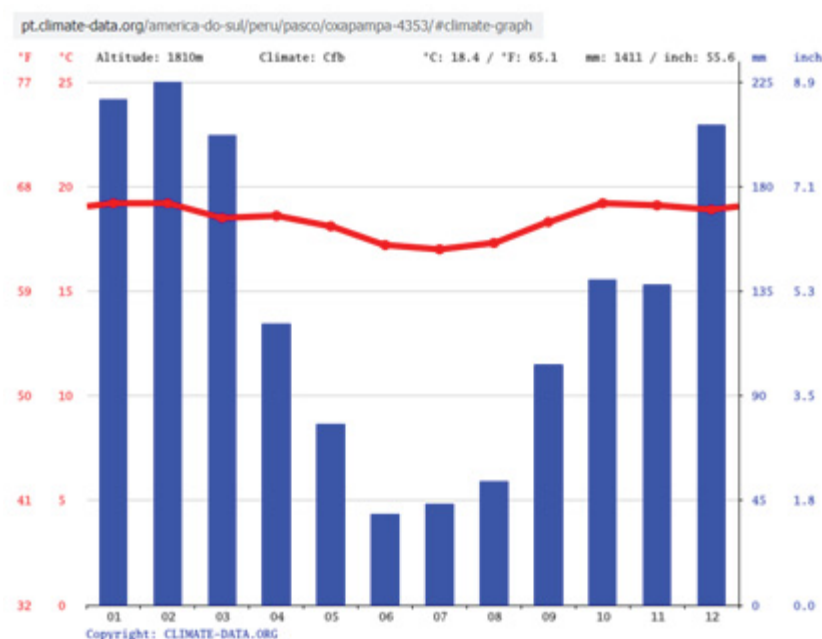
La investigación se realizó en un predio de 1,9 ha. En la provincia de Oxapampa - Perú, a que se encuentra a 1 800 msnm en el Departamento de Pasco, se ubica en la Zona de vida bosque húmedo - Montano Bajo Tropical ONERN (1976), es la plantación más grande de la especie *A. angustifolia* en el país ($75^{\circ} 23' 40''$ W ; $10^{\circ} 34' 45''$ S), FIGURA 2. El clima es templado y cálido en Oxapampa, es una ciudad con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. La temperatura en promedio es $18,4^{\circ}\text{C}$ y la precipitación es 1 411 mm, FIGURA 3 (CLIMATE-DATA, 2020).

FIGURA 2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO - OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 3 CLIMOGRAMA DE OXAPAMPA – PERÚ.



FUENTE: Elaborado con base en Climate-Data (2020).

La plantación fue realizada en el año 1989 con semillas procedentes de Brasil, el conductor del predio indicó que tiene referencias que son de Curitiba, fueron sembradas en bolsas, logradas la plantas fueron trasladadas al campo definitivo, instaladas a un espaciamiento de 5 m x 5 m FIGURA 4 A y B. No se observó un manejo silvicultural adecuado a la plantación FIGURA 4 C y D. Se aprecia en la plantación la presencia de rebrotes

FIGURA 4. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA - PERÚ.

4A. ESPACIAMIENTO



4B. ESPACIAMIENTO

E Y F.

FIGURA 4. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA - PERÚ.



4A. ESPACIAMIENTO



4B. ESPACIAMIENTO



4C. ESTADO SILVICULTURAL



4D. ESTADO SILVICULTURAL



4E. REBROTE



4F. REBROTE

Fuente: Elaboración propia (2020).

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE Y CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Se recolectaron muestras de ramas, semillas y conos que fueron enviados al herbario forestal (MOL) de la Universidad Nacional Agraria la Molina para su identificación. Se hicieron dos calicatas y de cada una de ellas se tomaron dos muestras de suelo (FIGURA 5), una al centro de la plantación y otra a 150 m al este desde el centro. Se tomaron muestras (FIGURA 6) de dos profundidades de 0 a 15 cm y de 15 a 50 cm las que fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional agraria la Molina.

FIGURA 5. CALICATA PARA TOMA DE MUESTRA DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 6. MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN CADA CALICATA, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

3.3 COLECTA DE SEMILLAS Y CONOS

Se colectaron semillas para determinar en qué mes la especie tiene mayor producción de semillas, para tal efecto se instalaron al azar 10 colectores aéreos, se cuantificaron las semillas producidas por mes, desde octubre del 2017 hasta agosto del 2018, de acuerdo con la metodología descrita para este procedimiento en el ítem 3.3.3.

Asimismo, para registrar los pesos y dimensiones de las semillas se fijaron puntos de muestra donde se recolectaron en el mes de febrero 2018, todas las semillas que cayeron en el área del experimento, asimismo, toda el

área fue recorrida y durante el recorrido fueron colectadas todas las semillas que se encontraron, las que fueron acondicionadas en una bolsa de plástico. Las semillas recogidas, fueron clasificadas como semillas viables, germinadas y con presencia de ataque de insectos, posteriormente las semillas fueron medidas y pesadas, aquellas que presentaban indicios de germinación y ataques de insectos, fueron individualizadas para determinar los porcentajes de germinación y para observar los daños provocados por insectos.

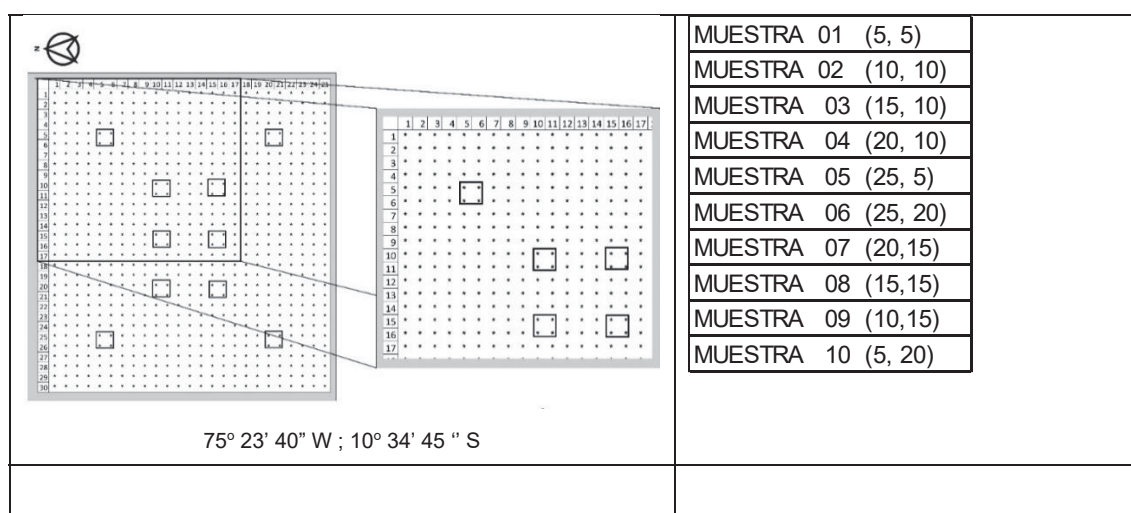
La colecta de conos se realizó de acuerdo con la metodología descrita para este procedimiento en el ítem 3.3.3

3.3.1 Colección de semillas de *A. angustifolia* en puntos de muestra

Se determinaron sistemáticamente 10 puntos de colección (muestras), distribuidos según la

FIGURA 7, el área de cada muestra de colección fue de 25m², entre cuatro árboles, el espaciamiento de la plantación fue 5m x 5m. Los puntos de toma de muestra se ubicaron considerando el punto cartesiano izquierdo más al este de cada una de las muestras.

FIGURA 7. DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE MUESTRA PARA LA COLECCION DE SEMILLAS CAÍDAS, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

La ubicación de los puntos de muestra, se realizó teniendo en cuenta el norte magnético y orden de la plantación indicado, iniciando en el punto (0,0) considerando la intersección entre el eje de filas (F) y columnas (C), resultando

el par (F,C), se fijó como punto para ubicación de la muestra al árbol a la izquierda más al Este. En las áreas de muestra se colectaron el 100 por ciento de las semillas germinadas, no germinadas y atacadas (

FIGURA 8), acondicionándolas en bolsas de plástico de 10 pulgadas x 12 pulgadas.

FIGURA 8. SEMILLAS DE *A. angustifolia*, VIABLES, GERMINADAS Y ATACADAS, OXAMPAPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

A las semillas colectadas, se le tomaron las medidas según lo mostrado en las FIGURA 9, y también como los pesos de cada una.

FIGURA 9. TOMA DE LAS DIMENSIONES DE LAS SEMILLAS RECOLECTADAS EN OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Las semillas colectadas y con signos de germinación fueran enviadas a Lima en cuatro grupos. Se seleccionaron al azar 20 semillas de cada grupo para observar si continuaba proceso de germinación, las cuales fueron colocadas dentro de vasos individuales de 300 ml con tapa. FIGURA 10.

FIGURA 10 - SEMILLAS DE *A. angustifolia*, RECOLECTADAS EN OXAPAMPA - PERÚ, INDIVIDUALIZADAS PARA OBSERVAR EL PROCESO DE GERMINACIÓN.



Fuente: Elaboración propia (2020).

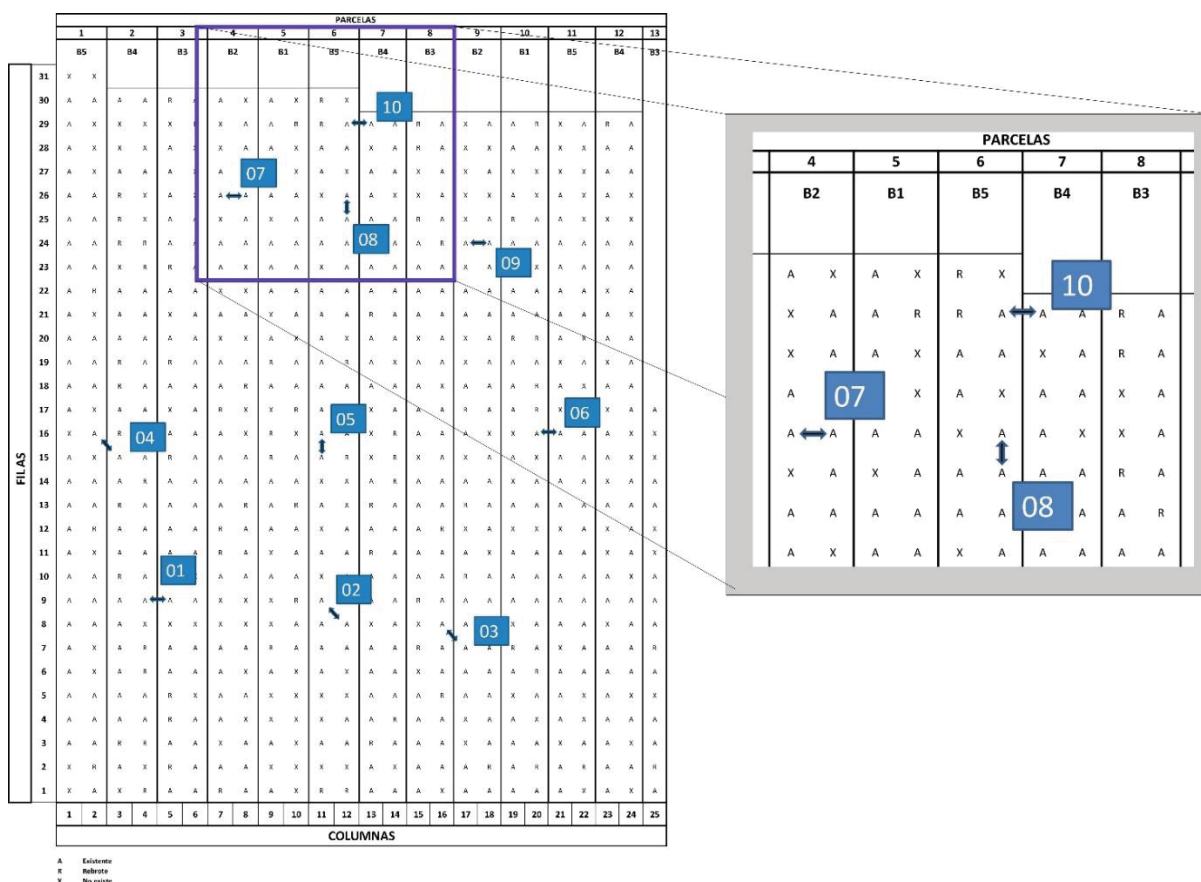
Las semillas visualmente atacadas por insectos fueron colocadas en recipientes de 4 pulgadas x 7 pulgadas x 2 pulgadas, con una servilleta de fondo y con pequeños agujeros en la tapa con la finalidad de esperar el ciclo biológico del insecto que atacó a las semillas.

Un grupo de 20 semillas atacadas, con presencias de ataque fueron enviadas al Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA del Perú para su análisis.

3.3.2 Colección de semillas de *A. angustifolia* con colectores aéreos

Bortoncello *et al.* (2018) mencionan que para la evaluación de semillas de *Araucaria* se instalan colectores de semillas, cada uno con un área de 1 m², distribuidos aleatoriamente dentro del bosque, buscando simular la caída de piñones en el suelo. Considerando esta información, los colectores se prepararon y distribuyeron en el área, instalados y ubicados entre dos árboles tal como se describe en la FIGURA 11.

FIGURA 11. DISTRIBUCION DE MUESTRAS CON LOS COLECTORES PARA SEMILLAS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Los colectores fueron hechos de varillas de metal (ángulos de 2,54cm x 2,54cm) de 1m x 1m, forrados con malla Rachel al 80%, colocados con alambre galvanizado N°16 a una altura de 2,50m aproximadamente, con la finalidad que no puedan ser alcanzados por las personas que pasaban por el predio. Se utilizaron subidores para poder instalar los colectores. (FIGURA 12).

FIGURA 12. INSTALACION DE LOS COLECTORES DE SEMILLAS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2018).

La colección de las semillas se realizó cada 15 días durante un año, registrándose la producción por mes, se inició en octubre y se culminó en agosto las mismas fueron enviadas al laboratorio de silvicultura de la Universidad Nacional Agraria la Molina, en la ciudad de Lima, para realizar las pruebas de germinación.

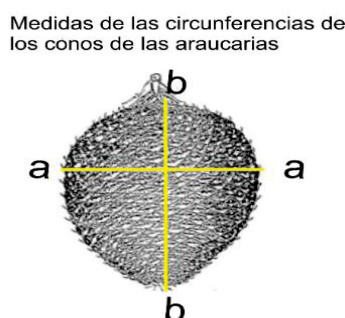
Para la colección, se marcaron los árboles, a los que se les colocaron los colectores. Se usaron subidores para poder bajar al colector y poder recoger las semillas (FIGURA 12).

Las pruebas de germinación de los colectores aéreos se hicieron en el laboratorio de Silvicultura de la Universidad Nacional Agraria la Molina en la ciudad de Lima, con germinadores cerrados usando arena como sustrato.

3.3.3 Conos de semillas de *A. angustifolia*

Se colectaron todos los conos posibles en el área y se midieron las circunferencias de cada uno según lo mostrado en la FIGURA 13, se registró el peso, cantidad de semillas por cono y el largo y ancho de cada semilla.

FIGURA 13. FORMA DE TOMA DE LAS MEDIDAS DE LAS CIRCUNFERENCIAS DE LOS CONOS DE *A. angustifolia*, RECOLECTADOS EN OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

3.3.4 Influencia de la precipitación y la temperatura en la producción de semillas de *A. angustifolia*.

Los datos de la semillas colectadas, en los colectores aéreos, fueron analizados y comparados con los datos climáticos de precipitación y temperatura obtenidos de una serie histórica desde el año 2000 al 2018, del servicio nacional de meteorología SENAMHI del Perú, con los cuales se elaboró un diagrama climático de Oxapampa, en el cual se la relacionó con la producción mensual de semillas colectadas de *A. angustifolia*, en una serie de tiempo de 11 meses, la cual fue evaluada a través de una correlación cruzada

La correlación cruzada se usa para determinar si el cambio en una serie de tiempo podría potencialmente causar un cambio en otra serie de tiempo. Los requisitos para esta prueba son: que las series presenten estacionariedad y que no exista una correlación espuria (esto se puede afirmar que se da cuando el coeficiente de determinación es mayor al estadístico de Durbin Watson). Para evaluar más profundamente, este concepto, se realizó la prueba de *Dickey Fuller* aumentada.

En los casos que no se cumplió la estacionariedad, se aplicó un algoritmo para devolver diferencias adecuadamente rezagadas. Siguiendo adelante, dejando de lado los supuestos de la prueba, se realizó la prueba de correlación, teniendo en cuenta que para que exista significancia del coeficiente de correlación cruzada al 95% de confianza, se debe cumplir lo siguiente:

$$r_{xy}(k) > \frac{1,96}{\sqrt{N-k}}$$

Donde:

k : valor absoluto del 'lag' dado.

N : número total de datos.

$\frac{1}{\sqrt{N-k}}$: Error estándar

3.4 REGENERACIÓN NATURAL DE *A. angustifolia*

En atención al proceso de regeneración natural mencionado por Norden (2014), las faces para el establecimiento de las plántulas en esta plantación han sido superadas favorablemente toda vez que se observó abundante regeneración natural. FIGURA 14 A y B.

FIGURA 14 - REGENERACION NATURAL DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Para la evaluación, se tomó la información considerando la misma distribución de los puntos de toma de muestra la colección de semillas caídas, se fabricó un marco de madera de 1m x 1m FIGURA 15, y se tomaron 5 puntos

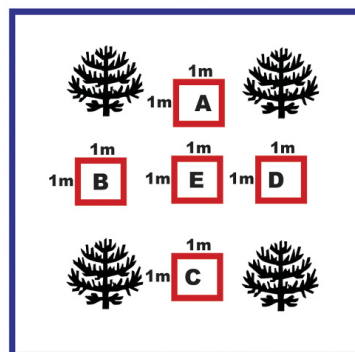
de colección en cada uno de los 10 puntos de muestra (FIGURA 16). En la FIGURA 7, se puede apreciar la distribución de los puntos de colección.

FIGURA 15. MARCO DE 1m x 1m PARA LA TOMA DE MUESTRA DE LA REGENERACION NATURAL DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 16. PUNTOS DE MUESTRA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Se colocó el marco de madera FIGURA 17 A y 17 B, según la distribución mostrada en los 10 puntos de toma de muestra FIGURA 7 y se tomó la altura de toda la regeneración que quedó dentro del marco.

FIGURA 17. COLECTA DE INFORMACIÓN DE REGENERACIÓN NATURAL DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



A - MARCO EN EL PUNTO DE MUESTRA



B - TOMA DE INFORMACION DE ALTURAS

Fuente: Elaboración propia (2018).

Se determinó la abundancia absoluta y relativa aplicando las fórmulas propuestas por Carvalho (1994):

$$Abundancia\ absoluta = \frac{Número\ de\ plantas}{Número\ de\ ha}$$

$$Abundancia\ relativa = \frac{Abundancia\ absoluta}{Número\ de\ plantas\ por\ ha} \times 100$$

3.5 INVENTARIO 100% (CENSO) Y DATOS MORFOMÉTRICOS DE *A. angustifolia*

Por tratarse de un área pequeña y única en el Perú, para la obtención de los datos de volumen, así como, para a la determinación de los parámetros morfométricos, se optó por realización de un inventario al 100%, también llamado censo (ADJUNTO N° 5).

3.5.1 Inventario 100% (Censo)

Según Soares *et al.* (2011), un inventario del 100% (censo) es un levantamiento apropiado para pequeñas áreas boscosas, o con un pequeño número de individuos como en el caso del área de Oxapampa.

Para la realización de este censo, los árboles fueron subdivididos en parcelas de acuerdo con las columnas de árboles como lo recomienda Freitas

(2001), este agrupamiento originó 13 parcelas con 25 columnas y 31 filas que fue la base la selección de los puntos de muestra para la colección de semillas.

Una vez determinadas las parcelas, se numeraron todos los árboles y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y con Hipsómetro Suunto se determinó la altura total (h) de cada árbol. Las medidas se anotaron en fichas individuales que contenían las variables DAP y altura de cada árbol medido.

Posteriormente, los datos fueron tabulados en hojas de cálculo del software Excel. Los diámetros se transformaron en un área transversal (g), por medio de la fórmula $g = \frac{\phi^2 \times \pi}{40.000}$. El volumen se determinó utilizando la siguiente fórmula $V = g \times h \times FF$. El Factor de Forma (FF) adoptado fue 0,7 para su definición fue considerado el trabajo de Sanquetta *et al.* (2016), quienes obtuvieron un factor de forma promedio para *A. angustifolia* de 0,59, y el trabajo de Mantovani *et al.* (2005), que encontraron valores medios de factor de forma de 0,87. El área basal (G), fue determinada por la fórmula $G = \sum g$.

3.5.2 Datos morfométricos

La información morfométrica FIGURA 18, 19, 20 y 21 fue obtenida conjuntamente con las medidas de DAP y altura del inventario al 100% (censo), ósea fueron tomadas al 100 por ciento de los individuos de la plantación, agrupados en las 25 columnas y 31 filas de individuos (FIGURA 11).

Se tomó el radio de copa considerando la perpendicularidad de las proyecciones hacia los puntos cardinales, para luego obtener el promedio y determinar el diámetro de copa FIGURA 19.

El cual es indispensable para correlacionar el tamaño de copa con algún otro parámetro cuantificable, que exprese un valor más directo de tamaño o volumen del árbol (MALLEUX, 1970).

El área de proyección de copa de la especie, es un parámetro importante para tomar decisiones cuando se maneja una plantación, el bosque evaluado al no tener manejo, muchas de las ramas estaban entrelazadas, por lo que las proyecciones de copa se superponían, se pudo apreciar que esa competencia generaba arboles dominantes, codominantes y suprimidos.

Las VI clases diamétricas mostradas en la TABLA 1, se determinaron teniendo en cuenta la Desviación estándar encontrada en el DAP. La altura de

los verticilos fue estimada. La información que se registró de DAP, altura de copa, altura total, altura al primer verticilo y diámetro de copa para el cálculo de las variables índices morfométricos, y las fórmulas utilizadas para determinar tal efecto se muestran en la FIGURA 21.

FIGURA 18. FORMATO DE LA TABLA N° 1 PARA COLECCIÓN DE DATOS MORFOMETRICOS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.

	DOM.	RADIO DE COPA				FORMA DE ÁRBOL	ALTURA DE VERTICILLOS									
Arbol. N°	D, Cd, S	N	S	E	O		VERT 1	VERT 2	VERT 3	VERT 4	VERT 5	VERT 6	VERT 7	VERT 8	VERT 9	VERT 10
		m	m	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m

Fuente: Elaboración propia (2020).

Donde:

DOM = Dominancia.

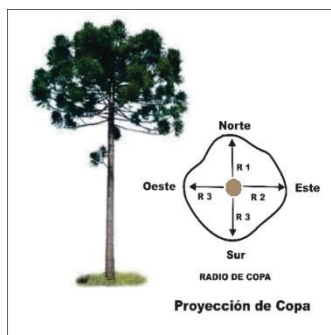
D = Dominante.

Cd = Codominante.

S = Suprimido.

RADIO DE COPA = se consideró el radio de la proyección de copa teniendo en cuenta los radios hacia los 4 puntos cardinales: Este, Oeste, Norte y Sur.

FIGURA 19. FORMA DE TOMA DE INFORMACION DE LOS RADIOS DE COPA DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



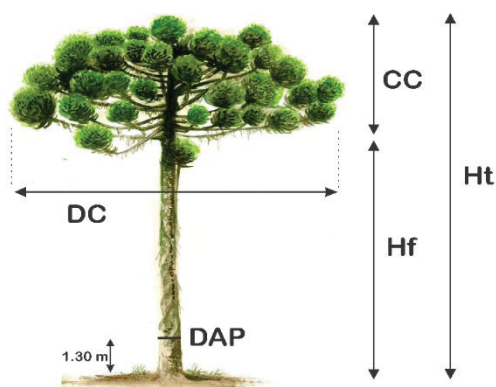
Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 19. FORMATO N° 2 PARA COLECCIÓN DE DATOS

DAP	Altura Total (Ht)	Altura de inserción de copa (Hf)	Altura comercial	Largo de copa (CC = Ht-Hf)	Bifurcación	Tronco recto	Tronco inclinado	Copa viva	Copa Muerta	Copa secandose	Copa sin acículas	Arbol Muerto	Presencia de hongos	Presencia de insectos	Ramas caidas
-----	-------------------	----------------------------------	------------------	----------------------------	-------------	--------------	------------------	-----------	-------------	----------------	-------------------	--------------	---------------------	-----------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 20. INFORMACION REGISTRADA DE CADA ARBOL



Fuente: Elaboración propia (2020).

Donde:

DC = Diámetro de copa; Hf = Altura al primer verticilo; Ht = Altura total;	CC = Largo de copa; DAP = Diámetro a la altura del pecho.
--	--

Para el procesamiento de la información se agruparon los árboles en seis clases diamétricas, teniendo en cuenta el promedio de los diámetros y la Desviación estándar TABLA 1.

TABLA 1. CLASES DIAMETRICAS DE LAS ARBOLÉS DE *A. angustifolia* EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.

I	$\geq$	15	$\leq$	25
II	$>$	25	$\leq$	35
III	$>$	35	$\leq$	45
IV	$>$	45	$\leq$	55
V	$>$	55	$\leq$	65
VI	$>$	65		

Fuente: Elaboración propia (2020).

Con la información colectada en campo se calcularon las variables e índices morfométricas de acuerdo a lo mostrado en la FIGURA 21.

FIGURA 21. VARIABLES MORFOMETRICAS EVALUADAS PARA *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.

$CC = Ht - Hf$	Largo de copa (m)
$DC = 2 \times r$	Diámetro de copa (m)
$AC = \pi r^2$	Área de proyección de copa (m ²) (r = Promedio de radios)
$PC = \frac{DC}{Ht} \times 100$	Porcentaje de copa (%)
$GE = \frac{DC}{DAP}$	Grado de Esbeltez (sin unidades)
$IS = \frac{DC}{DAP}$	Índice de Salencia (sin unidades)
$IA = \frac{DC}{Ht}$	Índice de Abrangencia (sin unidades)
$FC = \frac{DC}{CC}$	Formal de Copa (sin unidades)

Fuente: Elaboración propia (2020)

Para el análisis de las correlaciones se aplicó el software R (R CORE TEAM, 2020). Para la comparación de resultados de procedencias se consideró una población bivariada, donde el índice de correlación ρ es el parámetro que mide la asociación de variables aleatorias.

Para efectos de la comparación de resultados de las procedencias se determinó el valor crítico de *t-Student*, al tener muestras bivariadas, se determinó a través de una prueba cuantitativa, el estimado r para determinar si la correlación de la muestra corresponde a la población. Si se rechaza la hipótesis, se concluye que es significativamente diferente de la correlación poblacional.

P_0 parámetro poblacional :	$H_0 : \rho = P_0$ $H_1 : \rho \neq P_0$ $\alpha = 0:05$
-------------------------------	--

Considerando la procedencia a comparar:

$n = 285$, $t_{0.05,283} = 1,96683$ (valor crítico de *t-Student*)

Los valores de t_c en base a la muestra se calculó teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$t_c = \frac{r - p_0}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}}$$

En este caso la correlación de población de características de la especie *Araucaria angustifolia* y dos índices morfométricos, se evaluó en toda la población de la especie, y se estableció una comparación de la Correlación de las características y los índices morfométricos en la plantación de *Araucaria angustifolia*, situada en la región norte de Rio Grande de Sul, FLONA de Passo Fundo RS-Brasil, por Da Silva *et al.*, (2017), la cual fue evaluada en una muestra de $n=285$.

3.6 ESTADO FITOSANITARIO

Junto con la realización del inventario al 100% se tomó las informaciones morfométricas, se evaluó el estado fitosanitario de 100% de los árboles, para lo cual se verificó visualmente la presencia de hongos y ataque de insectos, que fue registrado en un formato elaborado para tal fin, FIGURAS 22, 23, 24, 25, 26 y 27.

FIGURA 22. PRESENCIA DE HONGOS EN *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2018).

FIGURA 23. ÁRBOL DE *A. angustifolia* CON SÍNTOMA DE ATAQUE DE HONGOS O DE INSECTOS, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 24. PRESENCIA DE DAÑO DE INSECTO EN *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 25. RAMAS CAIDAS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA - PERÚ.



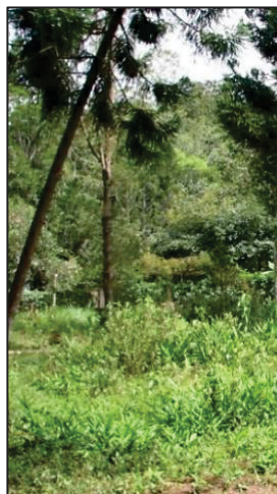
Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 26. ÁRBOL DE *A. angustifolia* SECANDOSE, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 27. ÁRBOL DE *A. angustifolia* INCLINADO, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

3.7 ANÁLISIS FUSTAL

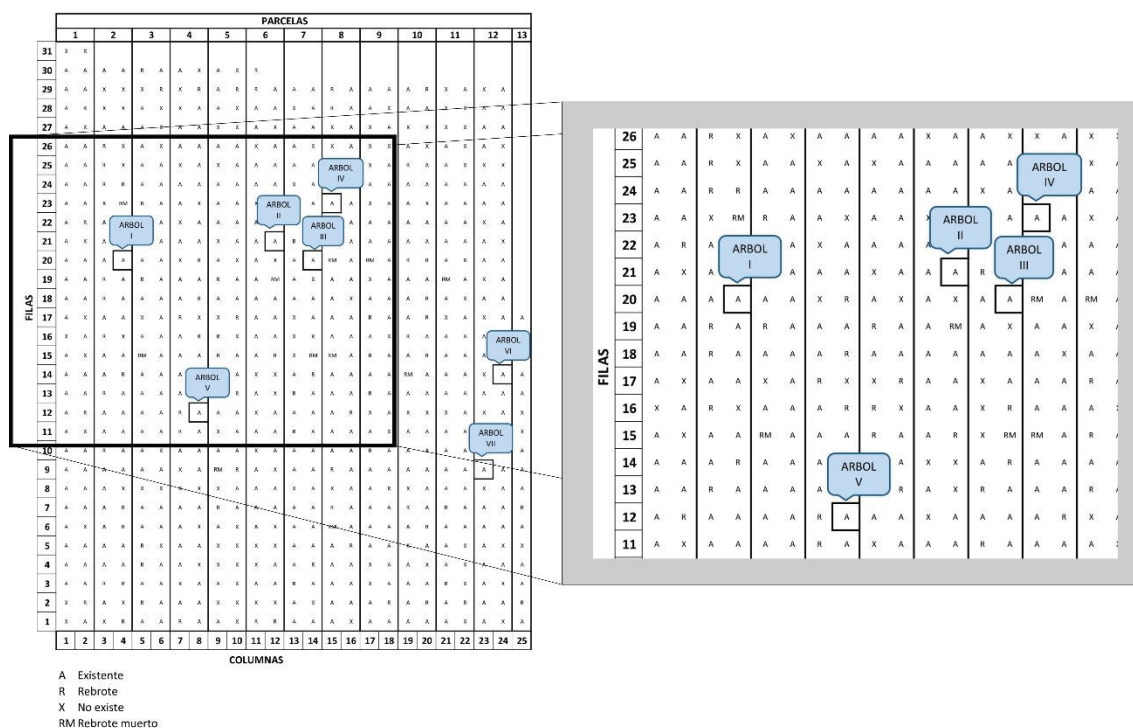
Según De Castro & Da Cunha (2009), el análisis de tronco (ANATRO) es una técnica que permite "registrar el crecimiento pasado de un árbol", contando y midiendo los anillos de crecimiento de secciones transversales tomadas a diferentes alturas en el tronco.

Este análisis permite la reconstrucción histórica de todo crecimiento, conceptualizando cada año de incremento como un árbol individual. Además, permite obtener un conjunto de datos precisos sobre el crecimiento en diámetro, altura y volumen, así como el cálculo de los incrementos promedio y anual para estas variables acorde a Kohler (2013). Uno de los requisitos para su realización es el recuento de anillos.

3.7.1 Recolección de rodajas

Para la realización del análisis fustal se seleccionaron 7 árboles que representaban las 7 clases diamétricas determinadas en el inventario al 100% estas fueron taladas para obtener las rodajas requeridas. En la FIGURA 28 se puede apreciar la ubicación de los árboles.

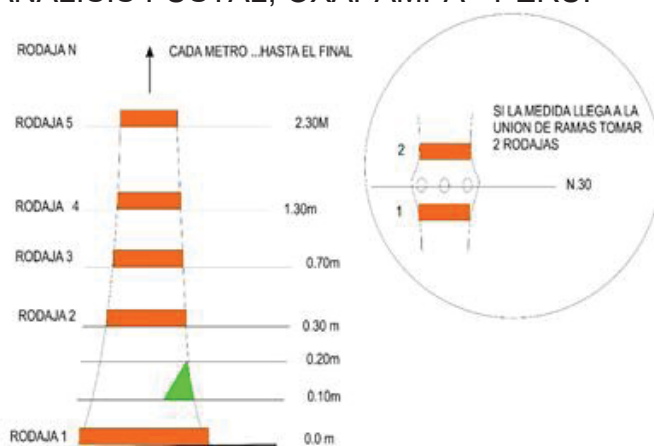
FIGURA 28. UBICACIÓN DE LOS ARBOLES DE *A. angustifolia* TALADOS, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2019).

Luego se talaron los árboles y se obtuvieron las rodajas de acuerdo con lo mostrado a la FIGURA 29.

FIGURA 29. ORDEN PARA OBTENER LA RODAJAS DE *A. angustifolia* PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Se codificaron las rodajas identificando al árbol y la rodaja de acuerdo al siguiente orden, en la TABLA 2 se muestran la secuencia de la codificación de las primeras dos rodajas del árbol 1 y 7.

TABLA 2. CODIFICACIÓN DE LAS RODAJAS DE *A. angustifolia* PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.

RODAJA Nº	UBICACIÓN EN EL ARBOL
101	CORRESPONDE AL ARBOL 1 RODAJA 1
102	CORRESPONDE AL ARBOL 1 RODAJA 2
701	CORRESPONDE AL ARBOL 7 RODAJA 1
702	CORRESPONDE AL ARBOL 7 RODAJA 2

Fuente: Elaboración propia (2020).

Para obtener las primeras rodajas se marcó el árbol en pie hasta la cuarta rodaja con pintura FIGURA 30. Luego de talado se marcaron todas las rodajas de acuerdo a la FIGURA 29.

FIGURA 30 - MARCADO DE LA ALTURA DE LAS RODAJAS DE *A. angustifolia* PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Luego de talado se marcaron los troncos y se cortaron las rodajas, FIGURA 31.

FIGURA 31. CORTE DE LAS RODAJAS DE *A. angustifolia* PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Después de obtener las rodajas se apilaron y se codificaron a cada una con placa de aluminio FIGURA 32, y también le coloco el código con lápiz de cera sobre el corte transversal FIGURA 33.

FIGURA 32. MARCADO DE RODAJAS DE *A. angustifolia* PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 33. CODIFICACION DE LAS RODAJAS DE *A. angustifolia* PARA ANÁLISIS FUSTAL, OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Se tomaron fotografías de alta resolución a una misma altura, para lo cual se fabricó un soporte tal como lo muestra la FIGURA 34.

FIGURA 34. SOPORTE DE CAMARA FOTOGRÁFICA PARA TOMAR FOTOS DE LAS RODAJAS DE DE *A. angustifolia* PARA ANÁLISIS FUSTAL, LIMA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 35. FOTOGRAFIA DE RODAJA DE *A. angustifolia*, LIMA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Se niveló la rodaja y en el lado marcado de la rodaja que permite reconstruir su posición en el árbol. Se colocó una regla marcada en cm, la misma que se niveló y se colocó a la misma altura de la superficie de la rodaja, para

obtener la misma altura de toda la toma de las fotografías de las rodajas.
FIGURA 35.

3.7.2 Análisis de crecimiento del tronco

Se siguió la metodología de Romero (2019), presentada en el ADJUNTO 4, para la obtención de las variables de crecimiento de los árboles.

3.7.3 Análisis de crecimiento con software ANATRO

3.7.3.1 Obtención de bandas de crecimiento

Las imágenes obtenidas de los discos (FIGURA 36), se importaron al software ANATRO UFPR, donde se identificó cada corte con su respectiva altura.

FIGURA 36. IMÁGENES DE LOS DISCOS DE *A. angustifolia* OBTENIDOS PARA ANÁLISIS FUSTAL, CON UNA REGLA PARA DEFINIR LA ESCALA EN PÍXELES / mm, LIMA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

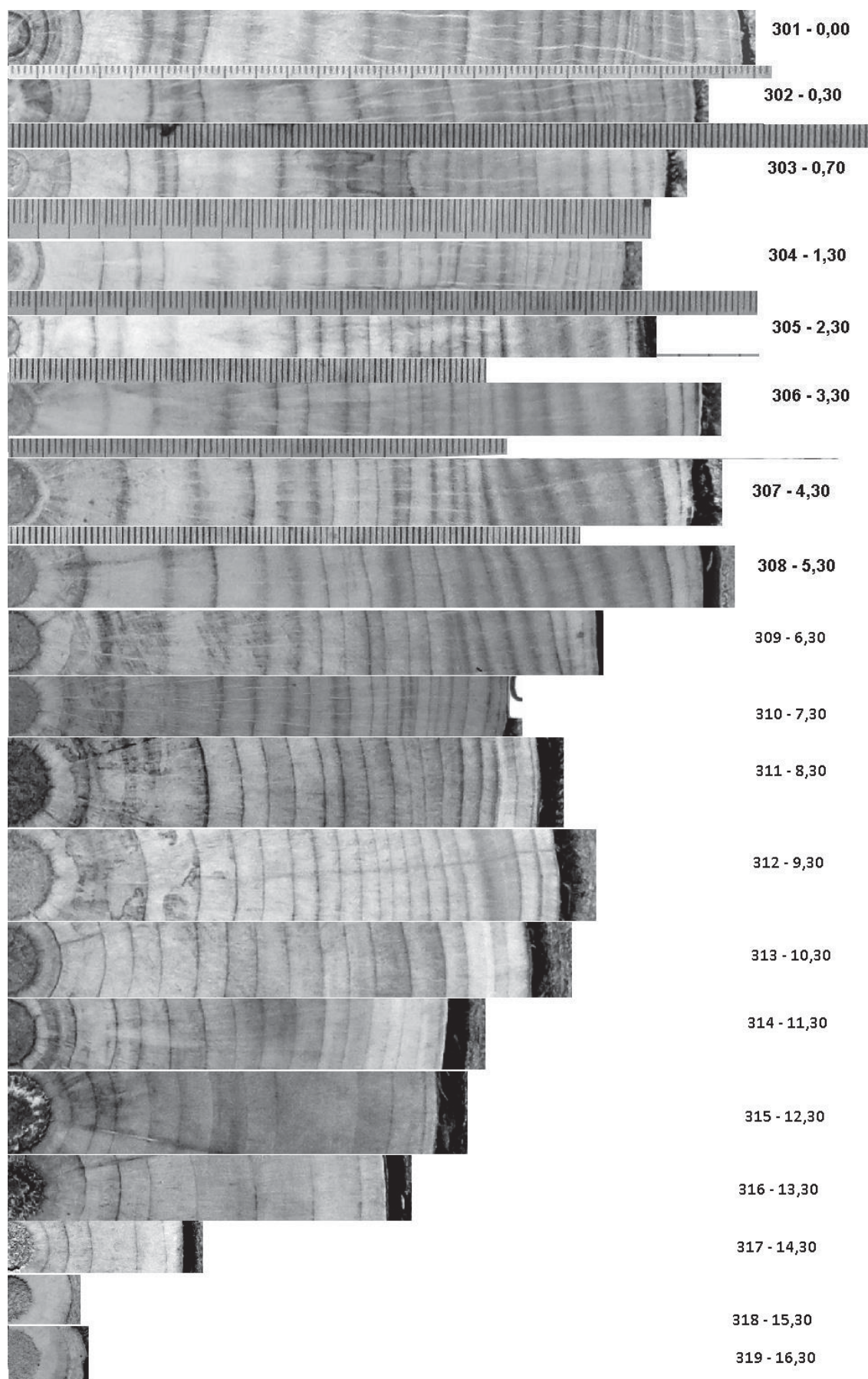
Una vez importada, para cada imagen la escala, se estableció en píxel por mm, identificando medidas en una regla de escala, constante en la propia imagen. Para cada imagen, se cortó una banda de aproximadamente 1 cm de ancho a lo largo del rayo promedio, comenzando desde la médula FIGURA 37.

FIGURA 37. IMAGEN QUE CONTIENE UNA PORCIÓN DE UN DISCO DE *A. angustifolia*, A PARTIR DE LA MEDULA Y RADIO MEDIO, LIMA – PERÚ.



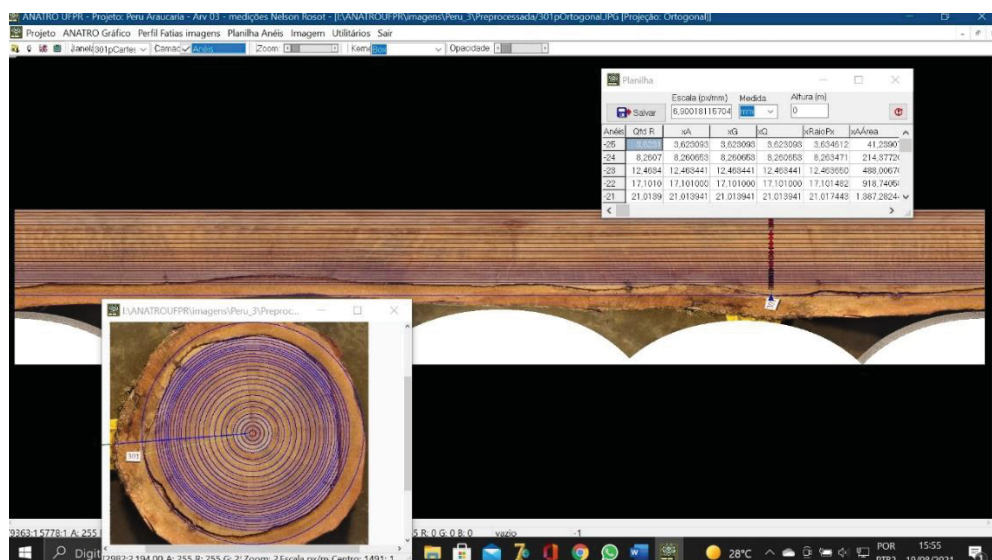
Estas bandas fueron transpuestas al editor MS PAINT, y sus tamaños ajustados en una escala común, permitiendo la identificación de los anillos de crecimiento y sus respectivos radios medios por altura FIGURA 38.

FIGURA 38 - RADIO MEDIO EN ESCALA AJUSTADA DE PORCIONÉS DE DISCOS DE *A. angustifolia*, LIMA – PERÚ.



Una vez que se identificaron todos los anillos de crecimiento y sus respectivos radios medios para cada corte, estos radios se generaron en ANATRO UFPR, para cada imagen de corte FIGURA 39.

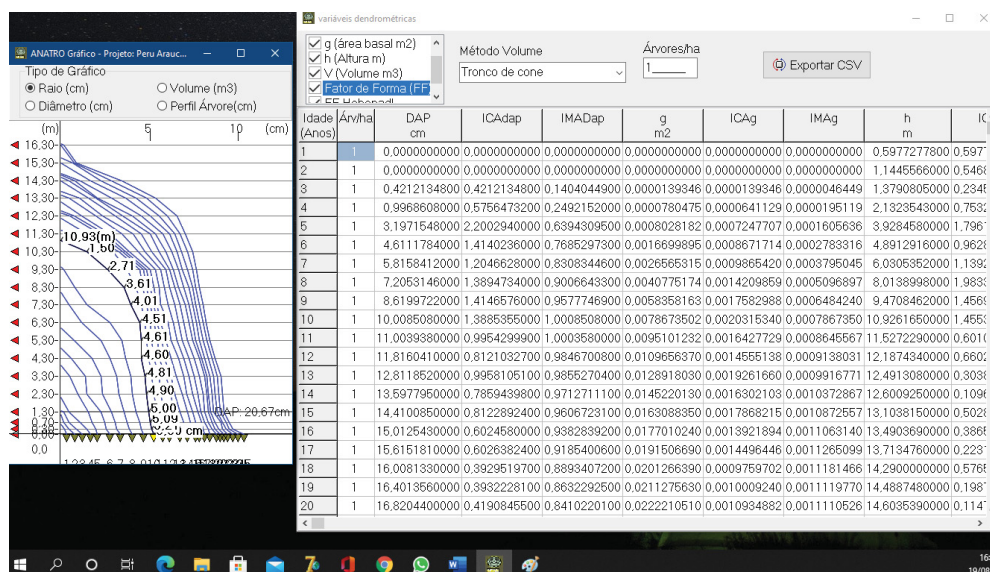
FIGURA 39. PANTALLA DEL SOFTWARE ANATRO DE LA UFPR, QUE CONTIENE ANILLOS DE CRECIMIENTO VECTORIZADOS CON SUS RESPECTIVOS RADIOS MEDIOS Y HOJA DE CÁLCULO QUE CONTIENE VARIABLES PARA EL CÁLCULO DEL ÁREA.



3.7.3.2 Generación del perfil de crecimiento

Con todos los anillos marcados con sus radios medios, el perfil del árbol y las variables dendrométricas se generaron en ANATRO UFPR, FIGURA 40.

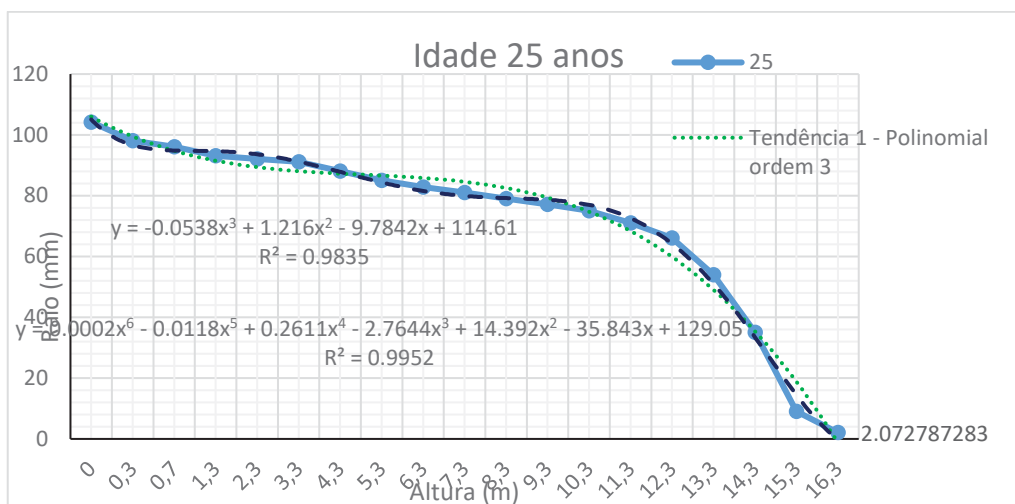
FIGURA 40 - PANTALLA ANATRO/UFPR QUE CONTIENE EL PERFIL DEL ÁRBOL Y LA HOJA DE CÁLCULO DE VARIABLES DENDROMÉTRICAS.



3.7.3.3 Curvas de crecimiento

Para la obtención de la curva de crecimiento se utilizó MS Excel, cuyos datos se obtuvieron de la hoja de cálculo de variables dendrométricas de ANATRO UFPR, en formato CSV, FIGURA 41.

FIGURA 41.RELACIÓN ALTURA (M) X RADIO (mm) PARA LA EDAD DE 25 AÑOS Y LÍNEA DE TENDENCIA GENERADA EN MS EXCEL.



4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA

La identificación de la especie se realizó en el herbario forestal (MOL), de la Universidad Nacional Agraria La Molina, dando como resultado que corresponde a la especie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, ADJUNTO N° 1.

4.2 Caracterización del suelo de la plantación de *A. angustifolia* en Oxapampa

Los resultados de las 2 muestras proporcionadas por el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, de aprecian en las tablas del ADJUNTO N° 2.

Quispe *et al.* (2017), describe que en el lugar donde se encuentra la plantación de *A. angustifolia*, el suelo está constituido por arenisca cuarcítica de origen coluvial, ubicado en ladera alta, ondulado e inclinado (35% de pendiente), sujeto a moderada erosión, con distribución media de raíces, sin problemas de sales, exento de pedregosidad superficial, Los perfiles están compuestos desde materia orgánica hasta suelo mineral, franco arenoso, permeabilidad medianamente rápida, muy ácido (pH 4,63), hasta extremadamente ácido (pH 4,34), contenido medio de materia orgánica (2,9%). Las características descritas por el autor coinciden con el resumen del análisis de suelo descritas en el ADJUNTO N° 2.

La muestra identificada como 9980 y 9981 (ADJUNTO N° 2), presentan como resultado un suelo de fertilidad media con limitaciones en P y K y bien abastecidos de Ca y Mg. La muestra identificada como 9982 y 9983 muestra un suelo de fertilidad baja y medio en P, bajo en K y bien abastecidos de Ca y Mg. En ambos resultados apreciamos que el suelo está bien abastecido de calcio y magnesio.

El pH encontrado en la plantación y la zona aledaña presentan acidez en el suelo entre 0 y 15 cm, y se puede apreciar asimismo que entre 15cm y 50 cm de profundidad en la plantación evaluada. Para las muestras 9980 y 9981, el Ph es muy ácido (ADJUNTO N° 2). Los resultados del muestreo de suelos,

indican que el suelo de los árboles evaluadas en Oxapampa, presenta una fertilidad media, bien abastecido de Ca y Mg, con buen drenaje (ADJUNTO N° 2), coincide con la recomendación de Wrege *et al.* (2009) que indican que *A. angustifolia*, crece de forma natural en muchos tipos de suelos: desde los poco profundos hasta los profundos, y desde los húmedos hasta los adecuadamente drenados. Silva *et al.* (2001) manifiestan que a pesar de ocurrir en varios tipos de suelos, *A. angustifolia* ha sido una especie exigente en términos de fertilidad del suelo.

Luna & Fontana (2017) y Wrege *et al.* (2009), indican que el comportamiento ecológico de *A. angustifolia*, le permite prosperar en una amplia variedad de suelos, desde pobres - derivados de la arenisca - hasta ricos provenientes de basalto; que van de profundos a poco profundos, húmedos y adecuadamente drenados.

La plantación de *A. angustifolia* en Oxapampa se estableció en un terreno plano que fue usado para la producción de café, esta observación difiere con Dobner (2018), que reporta en la Empresa Forestal Gateados, con sede en Campo Belo do Sul – SC - Brasil, las Araucarias cultivadas en áreas previamente utilizadas para fines agrícolas, con suelo profundo, corregido y fertilizado, muestran el peor crecimiento ($< 5 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{año}$). Mientras que las áreas inclinadas ($> 30^\circ$) y extremadamente pedregosas, donde hubo tala selectiva del bosque, seguida de quema de residuos, muestran el mayor crecimiento ($> 20 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{año}$). Agrega que se debe reflexionar sobre los criterios para una clasificación directa de sitios forestales y sus potenciales productivos.

Laharrague (2003) indica que, en Misiones –Argentina, *A. angustifolia* crece en suelos drenados, con un pH ácido. Se encuentra en alturas de entre 300 a 2 000 msnm, con precipitaciones anuales entre 1 250 a 2 450 mm. Es de clima templado con temperaturas entre 10 y 21 °C, y con heladas que ocurren de 10 a 25 días al año. Las Araucarias en Oxapampa se encuentran dentro de los rangos citados por el autor, suelos drenados, pH ácido, con una precipitación de 1 652,3 mm y a 1 800 msnm.

Silva *et al.* (2001) realizaron una investigación que tuvo como objetivos recomendar suelos aptos para reforestación con *A. angustifolia*, los mejores son los Lattosolos Vermelhos Distroferricos, de acuerdo con la clasificación brasileña de suelos, también conocidos en la clasificación Taxonómica de USA como

Oxisoles. Estos suelos no hay en Perú, que son mayormente suelos muy ácidos (ALEGRE, 2020).

Silva *et al.*, (2001) mencionan que para el cultivo de *A. angustifolia*: los Nitossolos Vermelhos Eutroféricos tiene un alto potencial productivo; los Nitossolos Vermelhos Distroféricos y Nitossolos Háplicos Distroféricos o Eutroféricos, tienen potencial productivo medio; los Neosoles Litólicos Eutróficos, tiene bajo potencial productivo; y los Gleissolos Háplicos no son apropiados para el cultivo de la especie.

La Clasificación citada por Silva *et al.* (2001) puede ser una referencia para las condiciones peruanas, si se tienen una intensiones de plantar nuevas áreas de *A. angustifolia* en el Perú. En tal sentido, hay que realizar investigaciones específicas que relacionen la influencia de los suelos del Perú en el crecimiento de la *A. angustifolia*, se tendrá que evaluar el crecimiento en ese tipo de suelo y desarrollar una relación para afirmar su adaptación a ese tipo de suelo.

Por ejemplo, los Nitossolos Vermelhos Eutroféricos, que son de mediana fertilidad y suelos bastante intemperizados, con buena estructura y altos en Fe se pueden parecer más a los Ultisoles de la Selva de Perú, pero no tan fértiles (ALEGRE, 2020).

Los suelos Neossolos Litolíticos y Eutróficos, que son parecidos a los Entisoles de la sierra de Perú y tiene poco desarrollo y baja profundidad (ALEGRE, 2020). El peor son los Gleissolos Háplicos, que son suelos saturados de agua de mal drenaje y buenos para el crecimiento de aguaje y capirona (ALEGRE, 2020).

4.3 SEMILLAS Y CONOS DE *A. angustifolia*

4.3.1 Semillas de *A. angustifolia* colectadas en 10 puntos de muestra

En los diez puntos muestreados TABLA 3, se recogieron 2,650 kg, la muestra con el mayor peso de semillas recolectadas fue en el punto de muestra (20,10), con 1,170 kg (44,2%), mientras que en el punto de muestra (10,15) tuvo el menor peso de semillas recolectadas 0,020 kg (0.8%).

En la TABLA 3, se puede apreciar que el número total de semillas recolectadas fue de 301 semillas, de esas 121 semillas (46,3%) estaban germinadas y 180 semillas (53,4%) estaban no germinadas naturalmente. El mayor número de semillas germinadas se colectaron en el punto de muestra (15,15), 37 semillas, y el mayor número de no germinadas en el punto de muestra (20,10), con 80 semillas.

TABLA 3. PESO, PESO PROMEDIO, DIMENSIONES, ATAQUE DE INSECTOS, DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* GERMINADAS Y NO GERMINADAS, COLECTADAS EN EL MUESTREO, OXAPAMPA – PERÚ.

	SEMILLAS RECOLECTADAS EN EL MUESTREO						2650 g			
	Peso	Peso promedio por semillas	GERMINADAS			NO GERMINADAS			ATAQUE	
			Porcentaje	Largo prom.	Ancho prom.	Cantidad	Largo prom.	Ancho prom.	CANTIDAD	INSECTOS
	g	g	%	cm	cm	unidades	cm	cm	unidades	unidades
MUESTRA (5, 5)	190	7,9	7,2	4,3	2,0	15	3,9	1,7	9	5
MUESTRA (10, 10)	85	12,1	3,2	5,0	2,2	5	4,4	1,9	2	4
MUESTRA (15, 10)	135	7,9	5,1	4,1	1,9	9	4,0	1,7	8	
MUESTRA (20, 10)	1170	11,1	44,2	4,7	2,1	25	4,9	2,0	80	10
MUESTRA (25, 5)	60	12,0	2,3	4,6	2,1	4	4,0	2,0	1	
MUESTRA (25, 20)	320	9,7	12,1	4,7	2,1	25	4,6	2,0	8	2
MUESTRA (20,15)	85	7,7	3,2	3,7	1,7	1	4,3	1,7	10	1
MUESTRA (15,15)	475	5,7	17,9	3,5	1,7	37	3,5	1,7	47	2
MUESTRA (10,15)	20	10,0	0,8				3,7	1,7	2	
MUESTRA (5, 20)	110	8,5	4,2				4,7	1,9	13	1
		9,3		4,3	2,0	121	4,2	1,8	180	25

Fuente: Elaboración propia (2020)

El peso promedio de las semillas fue de 9,3 g, con un rango de 5,7 g a 12,1 g (TABLA 3). El peso promedio de 9.3 g por semilla es mayor que el peso encontrado por Silva (2006) y Figueiredo Filho *et al.* (2011), quienes reportan respectivamente 5,8 y 5,0 g por semilla, en plantaciones de *A. angustifolia* en Brasil, asimismo es mayor a las semillas registradas por Mantovani *et al.*, (2004) que hallaron pesos de las semillas: 6,58 ($\pm 1,4$) g en 2001 y 7,0 ($\pm 1,6$) g en el 2002.

El promedio de peso encontrado también es mayor que el peso de los piñones encontrados en la ciudad de Curitiba – Paraná - Brasil, que tenían pesos entre 4,0 y 8,0 g, con el promedio en gramos de $5,35 \pm 0,79$, y también con el encontrado en Guarapuava – Paraná – Brasil, que tuvo una variación de peso entre 4,0 y 9,0 g, siendo el promedio gramos de $7,91 \pm 0,57$ (SANQUETTA¹, 2007 citado por DA COSTA *et al.* 2011).

El porcentaje de semillas germinadas que fueron recolectadas en Oxapampa fue 37.1% (TABLA 4), este porcentaje difiere del encontrado por Krupek & Ribeiro (2010), en la ciudad de Turvo – Paraná – Brasil, que encontraron en sus evaluaciones una germinación de 60,9 %.

TABLA 4. PESO, PESO PROMEDIO, DIMENSIONES, ATAQUE DE INSECTOS, DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* GERMINADAS Y NO GERMINADAS, OXAPAMPA – PERÚ.

	GERMINADAS	NO GERMINADAS
LARGO PROMEDIO (cm)	4,3	4,2
ANCHO PROMEDIO (cm)	2,0	1,8
LIMITE INFERIOR ANCHO	1,7	1,7
LIMITE SUPERIOR ANCHO	2,1	2,0
LIMITE INFERIOR LARGO	3,5	3,5
LIMITE SUPERIOR LARGO	5,0	4,9
ANCHO PROMEDIO	2,0	1,8
LARGO PROMEDIO	4,3	4,2
CANTIDAD DE SEMILLAS	121	180
PORCENTAJE DE SEMILLAS (%)	37,1	55,2
SEMILLAS ATACADAS	25	
PORCENTAJE DE SEMILLAS ATACADAS (%)	7,7	
PESO PROMEDIO DE SEMILLAS (g)	9,3	

Fuente: Elaboración propia (2020).

Veinte y cinco semillas (7.7%) según TABLA 4, tuvieron daños causados por insectos, daños de otros animales a las semillas no fueron observados. Esta información difiere de las observaciones realizadas en Brasil, donde *A. angustifolia* ocurre naturalmente. Vieira & Iob (2009) citan que en la región de ocurrencia natural las semillas son depredadas por diversos animales como

¹ SANQUETTA, C. R. Pinheiro do Paraná: lendas e realidades. Curitiba: Optagraf editora e gráfica, 2007, 120p

pájaros, mamíferos e insectos, entre los que destacan el coleóptero *Spermologus rufus* y el lepidóptero *Cydia araucariae*. Bortoncello *et al.* (2018) también reportan que en la Reserva Particular do Patrimônio Natural Papagaios de Altitude, la mayoría de los piñones depredados, alrededor 80% del total, presentan las marcas de ataque realizado por pájaros, por insectos (10%) y el resto por roedores y en menor número primates que se encuentran en la zona.

En el bosque de Oxapampa, se observaron ataques de insectos en las semillas colectadas FIGURA 8, las muestras de las semillas atacadas con las larvas fueron enviadas al Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA PERÚ, el resultado de la consulta fue que el insecto FIGURA 42, presente en las semillas es la especie *Cryptaspasma* sp. probablemente *C. anisopis* (Família Tortricidae, Subfamília Olethreutinae, Gênero *Cryptaspasma*).

FIGURA 42. ORUGA DE *Cryptaspasma* sp EN LAS SEMILLAS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020)

La longitud promedio de las semillas germinadas fue de 4,3 cm y 2 cm de ancho. Las semillas sin germinación tenían una longitud promedio de 4,2 cm y un ancho de 1,8 cm (TABLA 3). Los valores de longitud difieren de los valores promedio citados por Mattei *et al.* (1979), quienes encontraron en sus experimentos una longitud promedio de 5,8 cm para los piñones, sin embargo,

la investigación de este autor se realizó en un bosque natural, mientras que en este trabajo los muestreos se llevaron a cabo en una plantación.

Las características biométricas de las semillas encontradas están en el rango encontrado por Krupek & Ribeiro (2010) en el municipio de Turvo – Paraná - Brasil, peso (3,25 a 11,70 g) largo (1,7 a 5,9 cm) y ancho (1,4 a 2,4 cm).

Los datos de este trabajo en comparación con el trabajo de Mattei *et al.* (1979) indican que los piñones producidos por los árboles plantados son más pequeños que los producidos en los bosques naturales. Esta deducción es confirmada por Figueiredo Filho *et al.* (2011), quienes en sus experimentos encontraron que los piñones producidos en las áreas de plantación tienen menos peso que los piñones producidos en los bosques naturales.

4.3.2 Semillas colectadas al azar en la plantación de *A. angustifolia* en Oxapampa

Se colectaron 386 semillas germinadas y no germinadas, recorriendo toda la plantación aleatoriamente, las cuales pesaron 2 820 g; 54 semillas fueron germinadas (13.99%) y 332 semillas no germinadas (86.01%), TABLA 5.

TABLA 5. SEMILLAS COLECTADAS AL AZAR EN LA PLANTACION DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA – PERÚ.

TOTAL	PESO	GERMINADAS		NO GERMINADAS	
Unidades	g	Unidades	%	Unidades	%
386	2 820	54	13,99	332	86,01

Fuente: Elaboración propia (2020).

El largo promedio de los grupos de las semillas no germinadas fue entre 4,1cm y 4,4 cm, con una media de 4,3 cm y el ancho fue entre 1,6 y 1,8 cm, con una media de 1,7 cm, el peso varió entre 6,8 g a 7.9 g, con una media de 7,1 g. TABLA 6.

TABLA 6. SEMILLAS DE *A. angustifolia*, NO GERMINADAS Y SUS DIMENSIONES, COLECTADAS AL AZAR EN OXAPAMPA – PERÚ

SEMILLAS NO GERMINADAS	CANTIDAD	PROMEDIOS		
		LARGO	ANCHO	PESO
		cm	Cm	g
GRUPO 1	20	4,2	1,7	7,0
GRUPO2	20	4,1	1,7	6,8
GRUPO 3	20	4,3	1,6	6,7
GRUPO 4	20	4,4	1,8	7,9
	80	4,3	1,7	7,1

Fuente: Elaboración propia (2020).

La prueba para observar si continuaría el proceso de germinación, dio como resultado que el 100 % de las semillas germinadas no continuo la germinación, podríamos atribuir que este resultado se dio por la alta temperatura en la estación de verano en Lima, alrededor de 30 grados, asociado a que estuvieron en vasos cerrados con una tapa con pequeños orificios, que motivó que se incremente aún más la temperatura.

4.3.3 Semillas de *A. angustifolia* recolectadas en colectores aéreos

La mayor cantidad de semillas fueron colectadas en el mes de febrero, 378 (40,4%), siendo en el mes de mayo que se recolectó la menor cantidad de semillas, 8 (0,9%), este resultado permite afirmar que el mes de febrero es el periodo de mayor producción de semillas TABLA 7.

En la Reserva Particular del Patrimonio Natural papagaios de altitud, área protegida del Bosque Ombrofila Mista Altomontana, ubicado en el municipio de Urupema, Santa Catarina - Brasil. Se instalaron 90 colectores de semillas, hechas con pantalla de plástico de 2 mm, unidas con alambre galvanizado y estacas de madera, cada una con un área de 1 m², distribuidas al azar dentro del bosque reportada por Bortoncello (2018). Se ha hecho una comparación de los resultados es esta investigación con los colectores instalados en Oxapampa que pueden ser apreciados en la TABLA 7.

TABLA 7. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LOS COLECTORES DE SEMILLAS INSTALADOS EN LA PLANTACIÓN DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA – PERÚ.

	COLECTORES AEREOS DE 1m ²				COLECTORES DE 1m ²		
	OXAPAMPA - PASCO - PERÚ		URUPEMA - SANTA CATARINA - BRASIL				
MESES DE COLECTA	CANTIDAD DE COLECTORES	CANTIDAD DE SEMILLAS COLECTADAS	PROMEDIO DE SEMILLAS POR COLECTOR	CANTIDAD DE COLECTORES	CANTIDAD DE SEMILLAS COLECTADAS	PROMEDIO DE SEMILLAS POR COLECTOR	
OCTUBRE	10	141	14,1	90	27	0,3	
NOVIEMBRE	10	55	5,5				
DICIEMBRE	10	61	6,1				
ENERO	10	92	9,2				
FEBRERO	10	378	37,8				
MARZO	10	29	2,9	90	37	0,4	
ABRIL	10	28	2,8	90	123	1,4	
MAYO	10	8	0,8				
JUNIO	10	43	4,3	48	624	13,0	
JULIO	10	32	3,2	63	65	1,0	
AGOSTO	10	68	6,8	63	63	1,0	
		935	8,5		939	2,9	

Fuente: Elaboración propia (2020).

Se aprecia en la TABLA 7 que la cantidad colectada de semillas es similar en Oxapampa (935) y en Urepema (939), Bortoncello (2018).

Los meses de marzo y abril, fueron los que tuvieron las mayores porcentajes de germinación de semillas obtenidas en los colectores aéreos, en el período evaluado, respectivamente 67,7 % y 67,5 %, TABLA 9; siendo el mes de mayo que tuvo la menor germinación (13,3 %), se puede observar que el mes de febrero que es el mes que se recolectó la mayor cantidad de semillas (38,9 %), mientras que el mes de mayo que es el de menor germinación se da la mayor inflexión de la disminución de la temperatura así como ya se observa una baja precipitación FIGURA 43. Las semillas de *Araucaria* son recalcitrantes, o sea, son muy sensibles a pérdidas de agua (deshidratación) provocadas por ambientes con baja humedad. Bajo temperaturas superiores a 20 °C y baja humedad ocurre pérdidas significativas de viabilidad debido al gasto energético con la respiración y la desorganización celular asociada a deshidratación y senescencia de los tejidos. (AMARANTE *et al.*, 2007)

TABLA 8. SEMILLAS DE *A. angustifolia* RECOLECTADAS CON COLECTORES AEREOS, OXAPAMPA – PERÚ.

MESES DE COLECTA	COLECTORES AEREOS	
	CANTIDAD DE SEMILLAS COLECTADAS	PORCENTAJE
Oct-17	141	15,1
Nov-17	55	5,9
Dic-17	61	6,5
Ene-18	92	9,8
Feb-18	378	40,4
Mar-18	29	3,1
Abr-18	28	3,0
May-18	8	0,9
Jun-18	43	4,6
Jul-18	32	3,4
Ago-18	68	7,3
TOTAL	935	100,0

Fuente: Elaboración propia (2020).

Krupek & Ribeiro (2010), encontró una germinación de 60.9 % en las semillas colectadas en la Municipalidad de Turvo – Paraná - Brasil, las mismas es

menor a la obtenida en los meses de mayor porcentaje de germinación para Oxapampa, que son marzo (67,7 %) y abril (67,5%), TABLA 9.

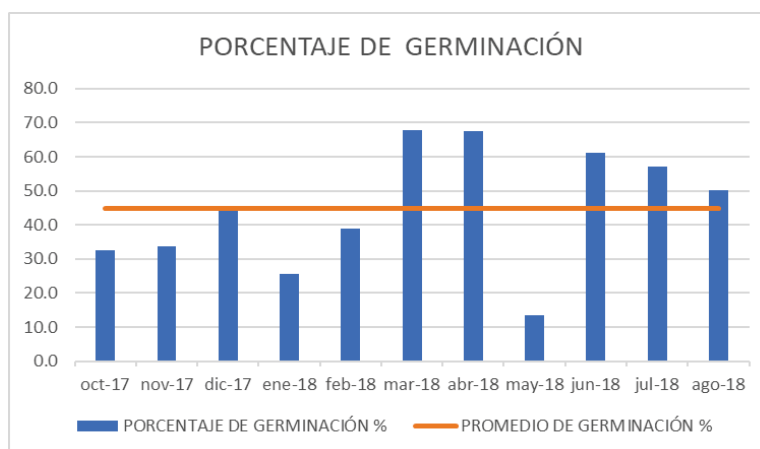
TABLA 9. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *A. angustifolia*, RECOLECTADAS EN OXAPAMPA-PERÚ, ENTRE LOS MESES DE OCTUBRE 2107 A AGOSTO DE 2018.

MESES	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN %
Oct-17	32,6
Nov-17	33,8
Dic-17	45,4
Ene-18	25,5
Feb-18	38,9
Mar-18	67,7
Abr-18	67,5
May-18	13,3
Jun-18	61,2
Jul-18	57,2
Ago-18	50,2
PROMEDIO	44,8

Fuente: Elaboración propia (2020).

En la FIGURA 43, se puede observar que en el mes de febrero siendo el mes de mayor producción de semillas; tuvo 38,9% de germinación, mientras que, en los meses de marzo y abril tuvieron el mayor porcentaje de germinación 67,7% y 67,5% respectivamente. En la época que empieza a disminuir la precipitación y la temperatura se incrementa el porcentaje de germinación, asimismo cuando empieza a incrementar la precipitación y la temperatura en los meses de julio 57,2% agosto 50,2% y se estabiliza el porcentaje de germinación.

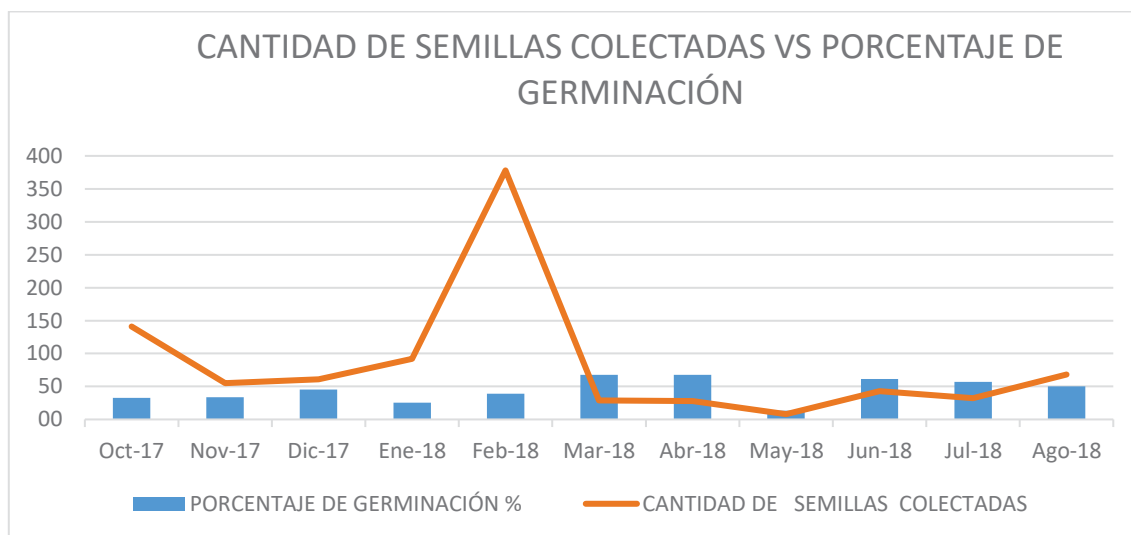
FIGURA 43. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* Y LA GERMINACIÓN PROMEDIO, OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Si se compara el porcentaje germinación con la cantidad de semillas colectadas TABLA 8. se puede apreciar que a una mayor producción de semillas no necesariamente le acompaña una mayor germinación FIGURA 44.

FIGURA 44. RELACION ENTRE LAS SEMILLAS DE *A. angustifolia* COLECTADAS Y EL PORCENTAJE DE GERMINACION, OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

4.3.4 Conos colectados al azar

Para la colecta de conos, se recorrió toda el área y se colectaron todos los conos caídos que se encontraron, se tomaron sus dimensiones y peso, así como de las semillas que se encontraron insertas en el cono, las cuales se presentan en la TABLA 10 Y 11.

TABLA 10. DIMENSIONES Y PESO DE LOS CONOS DE *A. angustifolia*, COLECTADOS EN OXAPAMPA – PERÚ.

CONOS	CIRCUNFERENCIAS		PESO kg	SEMILLAS POR CONO
	a	b		
	cm	cm		
1	35	36,7	0,700	0
2	30	32,5	0,410	0
3	45,9	47,8	1,665	1
4	45,9	48,8	1,650	2
5	40,5	45	1,095	9
6	44,6	49,7	1,420	2
7	42,5	47,5	1,310	1
8	38	42,5	0,950	10
9	45,9	49,5	1,385	0
10	44,1	49,2	1,430	1
11	30,5	35,3	0,490	0
12	36,3	38,8	0,760	3
13	41,5	45,2	1,470	0
14	19,3	21,3	0,070	0
Promedio	38,6	42,1	1,057	

Fuente: Elaboración propia (2020).

El número total de conos colectados fue 14, se observó que el rango de longitudes del lado "a" varió entre de 19,3 cm el menor y 45,9 cm el mayor, siendo el promedio 38,6 cm; el rango de longitudes del lado "b" varió entre de 21,3 cm el menor y 49,7 cm el mayor, siendo el promedio 42,1 cm. Se observó que el cono de menor peso fue de 0,070 kg y el de mayor peso 1 665 kg, siendo el promedio 1 057 kg.

Mattei (1979) menciona que el peso promedio de las semillas obtenidas de 42 conos fue 1 063 kg por cono, número promedio de semillas por cono 112. Latorre *et al.*, (2019) menciona que colectaron en promedio por cono varía entre

20 y 126 Semillas al evaluar plantaciones de *A. angustifolia* en dos localidades argentinas, asimismo Zavala (2018) reporta entre 38 y 150 semillas por cono.

La mayor cantidad de semillas por cono fueron encontradas en el presente estudio fue 10 semillas en el cono 8, mientras que en algunos conos no se hallaron semillas, esta diferencia se puede atribuir a que los conos colectados fueron los que cayeron naturalmente, colectados del suelo, no fue posible determinar si esto sucedió porque los conos alcanzaron su estado de madurez o si fue causado por el viento, en una dinámica natural. Según Retamoso (2009), los frutos maduros se abren cuando se encuentran todavía en la copa, o bien caen enteros, siendo que se estima que existen entre 150-300 semillas frescas de *A. angustifolia* por kg.

Considerando las citas de Mattei (1979), Retamoso (2009), Zavala (2018) y Latorre et al. (2019), no es posible definir que el número de semillas por cono en Oxapampa se repetirá en otras muestras, siendo necesario realizar experimentos específicos para esta determinación.

TABLA 11. NÚMERO DE SEMILLAS E SUS DIMENSIONES EN EL CONOS DE *A. angustifolia*, COLECTADOS EM OXAPAMPA – PERÚ.

SEMILLAS			
CONO	DIMENSIONES PROMEDIO		PESO
	ANCHO	LARGO	
	cm	cm	g
3	1,6	4,3	6,3
4	1,5	4,5	6,9
5	1,8	4,0	7,4
6	1,6	4,1	6,8
7	1,5	3,5	3,8
8	1,4	3,8	4,6
10	1,5	4,1	8,2
12	1,4	2,9	3,6
Promedio	1,5	3,9	5,9

Fuente: Elaboración propia (2020).

Se observaron semillas en 8 conos colectados TABLA 11, el largo menor observado fue 2,9 cm y el largo mayor 4,5 cm siendo el promedio 3,9 cm, el ancho menor observado fue 1.4 cm y el ancho mayor observado fue 1,8 cm,

siendo el promedio 1,5 cm; el peso varió entre 3,6 g y 82 g siendo el promedio 5,9 g.

Las características de las semillas encontradas en los conos están en los rangos encontrado por Krupek & Ribeiro (2010) en el municipio de Turvo – Paraná - Brasil: peso (3,25 a 11,70gr) largo (1,7 a 5,9cm) y ancho (1,4 a 2,4cm).

4.3.5 Consideraciones sobre la producción de semillas de *A. angustifolia* en Oxapampa – Perú.

La producción de semillas de *A. angustifolia* con estándares similares a los fueron determinados en áreas de ocurrencia natural en Brasil, confirma que lo hallado en la ciudad de Oxapampa, es una adaptación biológica de la especie a las condiciones edáficas y climáticas de esta región del Perú.

Sin duda, es posible visualizar que las araucarias forman parte del paisaje de Oxapampa. De acuerdo con Sousa & Bozovich (2020), la araucaria es un símbolo de la ciudad, siendo posible visualizar estos árboles en varios puntos de la ciudad.

Muchos pobladores de la región, están interesados en plántulas de la especie, porque visualizan a futuro producción de madera de esta especie en la región de Oxapampa, Por esta razón, es necesario determinar estándares para la producción de plántulas de esta especie y las necesidades de la región.

Para tener una producción de plántulas de calidad es necesario conocer la calidad de las semillas y los estándares para su producción. Los datos colectados de este trabajo comparados con los datos publicados en la literatura, indican que clasificar las semillas por tamaño o peso, puede ser una alternativa para uniformizar la emergencia de las plántulas con la finalidad de obtener de plántulas de tamaño semejante y talvez con más vigor (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; POPINIGIS, 1985; GRAY *et al.* 1986).

Esta opción para seleccionar semillas de *Araucaria angustifolia* para la producción de plántulas de esta especie en Perú puede viabilizar un estándar de la producción para las condiciones peruanas, según lo expuesto por Frazão *et al.* (1985) y Carneiro (1985), existe una regla, más o menos general, de que, cuanto más que el peso de la semilla, mejor será la germinación y el vigor.

Como las semillas de *A. angustifolia* colectadas en Oxapampa, presentaron un peso y tamaño próximos a los estándares determinados para

semillas producidas en Brasil, estos pueden de ser un indicador de que estos parámetros pueden ser adoptados para a producir plantones de esta especie en Perú.

Es importante considerar que, en el establecimiento y cultivo de una especie, de acuerdo con Pereira *et al.* (2008), la obtención de plántulas saludables y vigorosas es un paso fundamental para el éxito de un cultivo, especialmente en especies perennes. Plántulas vigorosas y uniformes pueden evitar un desarrollo desigual, retraso en el inicio de la reproducción, reducción del rendimiento y longevidad de la planta, contribuyendo a la expansión del cultivo de *A. angustifolia* en el Perú.

La importancia del tamaño de la semilla se basa en el hecho de que las más grandes producen plántulas más vigorosas, presumiblemente porque tienen más material de reserva, un nivel más alto de hormonas y un embrión más grande Surles *et al.*, 1993). Sin embargo, autores como Alves *et al.*, (2005), Castro & Dutra (1997) y Clair & Adams (1991), mencionan que la germinación no está influenciada por el tamaño de las semillas.

Sin embargo, para afirmar que las semillas de mayor peso y tamaño son las más aptas para la producción de plántulas en el Perú, será necesario realizar investigaciones más profundas y específicas sobre fenología, germinación y producción de plántulas, para las condiciones peruanas. Los datos obtenidos en este trabajo deben ser la indicación inicial del camino que se debe seguir.

Otro aspecto a considerar es que el foco principal en Oxapampa es la producción de madera, sin embargo, se debe considerar que las semillas de *A. angustifolia* se pueden consumir como alimento, como es el caso de Brasil, donde las semillas de la planta son fuente financiera considerable, que da ingresos a los pequeños productores rurales.

Mattos (1972), afirma que *A. angustifolia* permanece en producción de semillas por más de 200 años, es decir, puede generar ingresos anuales por mucho tiempo, siendo una alternativa social para la población tradicional del Perú. Figueiredo Filho *et al.*, (2011), mencionan que los estudios dirigidos a la producción de piñones pueden ser una herramienta importante para promover la extensión rural, a fin de brindar alternativas para que el pequeño productor cuente con otras fuentes de ingresos.

Guerra *et al.*, (2002), indican que los ingresos por la explotación de piñones serían un 22% superiores a los ingresos obtenidos en un sistema de aprovechamiento, indicando que la explotación de piñones a largo plazo puede ser más rentable que la explotación de madera.

Es decir, la producción de semillas de *A. angustifolia* puede ser viable para las condiciones peruanas, en ese sentido, conocer aspectos sobre la producción de semillas, así como los datos obtenidos en este trabajo son el paso inicial para que esta alternativa algún día sea viable.

La población en Oxapampa desconoce que la semilla de la araucaria es comestible no existen indicios ni presión para el consumo de las semillas, esa es una razón de la alta regeneración que se encuentra en las plantaciones,

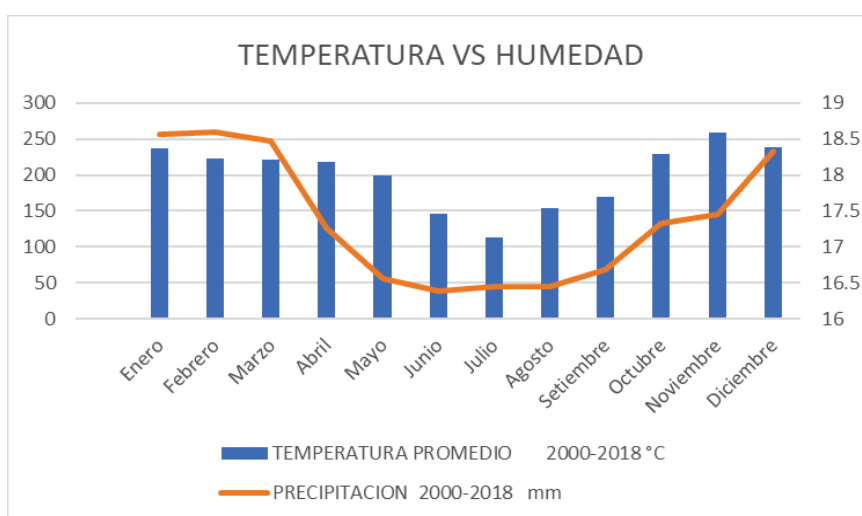
Evidentemente la venta de semillas y la fuente de este ingreso, dependerá que la población aprenda que las semillas se pueden consumir, es decir, depende de la aceptación de las poblaciones locales y de la popularización de su consumo, hecho que puede llevar muchos años. Otra posibilidad puede ser la exportación de semillas a Brasil.

Ninguna de estas posibilidades por el momento es concreta, pero el paso inicial para hacer de este un día una realidad la ha dado este trabajo, que es la primera información sobre la producción de semillas en Oxapampa.

4.4 INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN Y DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA.

Si se asocia la mayor fructificación de *A. angustifolia* con al clima de Oxapampa, se apreciar en la FIGURA 45, que desde mediados de diciembre hasta marzo es la época de mayor precipitación en la zona, siendo los meses de mayo a julio los meses de menor precipitación. Así mismo la temperatura media alcanza su valor más alto en el mes de noviembre y el más bajo en el mes de julio.

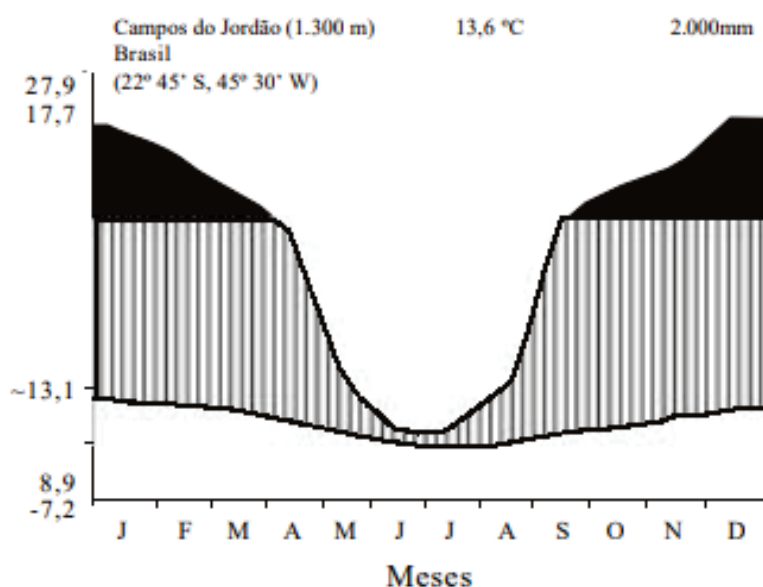
FIGURA 45. TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: adaptado de SENAMHI (2020).

Mantovani *et al.* (2004), encontraron en una plantación de *A. angustifolia* en el Parque Estadual de Campos do Jordão, del instituto Forestal del Municipio de Campos do Jordão, Estado de Sao Paulo, en la Sierra de Mantiqueira – Brasil (22°45' S e 45°30' W) e altitud de 1.450 m, que la producción de semillas en el 2000 se inició en marzo hasta inicios de junio y en el 2001 entre marzo y mayo.

FIGURA 46. DIAGRAMA CLIMÁTICO PARA O PARQUE ESTADUAL CAMPOS DO JORDÃO – SÃO PAULO – BRASIL, DE UN PERIODO DE 30 AÑOS.



Fuente: Elaborado por Walter & Lieth citado por Montovani *et al.* (2004).

Si se compara el diagrama climático mostrado por Mantovani *et al.* (2004) para el Parque Estadual Campos do Jordão, (FIGURA 46) y el diagrama climático de Oxapampa, (FIGURA 45), se observa que las temperaturas más bajas se dan en Junio y Julio, siendo las temperaturas del Parque por debajo de 13,1 °C, mientras que en Oxapampa están alrededor de 17,2 grados Celsius, en cuanto a la precipitación en el Parque empieza a decaer en abril, mientras que en Oxapampa empieza a decaer en marzo.

En el Parque la mayor producción de semillas es en marzo que es un mes antes de decaer la precipitación, en Oxapampa la mayor producción detectada fue en febrero que es un mes antes de decaer las lluvias. Según lo observado en los dos casos, la mayor producción de semillas se da antes que disminuya la precipitación.

Danner *et al.* (2012), citando a Reitz & Klein² (1966) indican que han descrito nueve variedades de *A. angustifolia*, con información del periodo de maduración de los piñones de cinco variedades, TABLA 12, en atención al resultado encontrado que la mayor producción de semillas se dio en febrero lo cual coincide con la variedad *sancti-josephi*, se puede inferir que se trataría de esta variedad, sin descartar el factor que la mayor producción de semillas en los casos observados por Mantovani *et al.* (2004) se dieron en el periodo que decayeron las lluvias, que son distintos en Campos do Jordão y Oxapampa. Se reporta que la época de maduración de los piñones puede darse en más de un mes es el caso mostrado en la TABLA 12.

TABLA 12. ÉPOCA DE MADURACIÓN DE PIÑONES DE CINCO VARIEDADES DE *A. angustifolia* SEGÚN DESCRIPCIÓN DE REITZ Y KLEIN (1966).

VARIEDAD	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC
<i>A. angustifolia</i>												

Fuente: Danner *et al.* (2012).

² REITZ, R.; KLEIN, R. Araucariáceas. Itajaí: Tipografia e Livraria Blumenauense, 1966. 37 p

Ntima³ (1971) citado por Jost (2006) indica que la *A. angustifolia* en su hábitat natural está entre 10 y 18°C, sin embargo, reporta que en Argentina se ha desarrollado con éxito a temperaturas de 20°C. En Oxapampa con una temperatura media de 18°C, que está debajo de la temperatura indicada también ha prosperado favorablemente.

Ntima (1971) citado por Jost (2006), menciona que el pino de Paraná se desarrolla bien entre una precipitación anual promedio entre los 1270 y los 2210mm. La precipitación media en Oxapampa está dentro de este rango 1653.2mm.

Si se relaciona la producción de semillas con la temperatura y la precipitación, TABLA 13 y FIGURA 47, se puede observar que aparentemente la precipitación es el factor que más influye en la producción de semillas, toda vez que la variación de la temperatura siendo mayor en los primeros meses es casi constante.

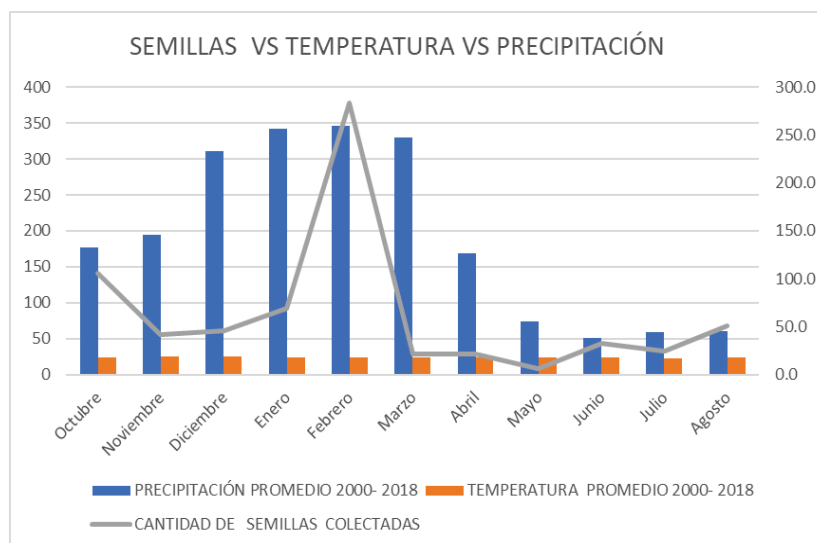
TABLA 13. PRECIPITACION, TEMPERATURA Y CANTIDAD DE SEMILLAS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA – PERÚ.

MESES	PRECIPITACION PROMEDIO 2000-2018 mm	TEMPERATURA PROMEDIO 2000-2018 °C	CANTIDAD DE SEMILLAS COLECTADAS
Octubre	132,2	18,3	141
Noviembre	145,4	18,6	55
Diciembre	232,8	18,4	61
Enero	256,1	18,4	92
Febrero	259,9	18,2	378
Marzo	247,6	18,2	29
Abril	126,2	18,2	28
Mayo	55,7	18,2	8
Junio	38,6	17,5	43
Julio	44,2	17,1	32
Agosto	45,2	17,5	68

Fuente: Elaboración propia (2020).

³ NTIMA, O. Especies maderables de crecimiento rápido en la tierra baja tropical: *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. Merida, Venezuela. IFLAIC, 35:3-37. 1971.

FIGURA 47. RELACIÓN ENTRE SEMILLAS DE *A. angustifolia* COLECTADAS, TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

De la toma de información colectada mostrada en la FIGURA 47, que comprenden 11 meses, se puede apreciar que la mayor producción de semillas es en el mes de Febrero, sin embargo, en atención a que las variables climáticas se estudian en intervalos de tiempo regulares. Estas variables son estudiadas, por lo tanto, como ‘series de tiempo’. El mismo concepto aplica para las semillas, ya sea que se estudie su poder germinativo o la cantidad de semillas producidas.

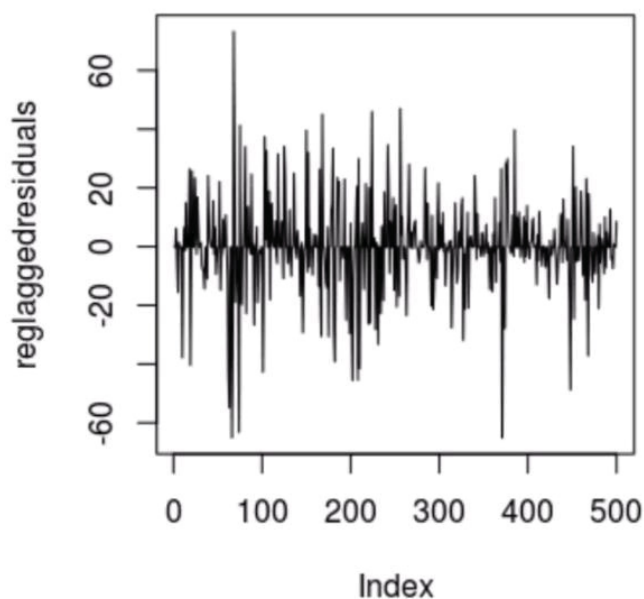
Las correlaciones se estudian comúnmente a través del coeficiente de correlación de Pearson. En el caso de series de tiempo se ve erróneamente el uso de este estadístico y otros, como el de Kendall o Spearman, por ejemplo. Se indica que se usan de forma errónea pues las variables climáticas pueden afectar a las variables fenológicas en el tiempo. El ejemplo se vuelve más claro si se trata la fructificación o cosecha: Las lluvias empiezan a finales de año, sin embargo, la cosecha -o producción de frutos- no se da el mismo día, sino meses después dependiendo del tipo de cultivo. Por ello, la mejor forma de estudiar la correlación entre dos series de tiempo es a través de la ‘correlación cruzada’ (en inglés, *cross correlation*).

La correlación cruzada es un método que busca determinar si el cambio en una serie de tiempo podría potencialmente causar un cambio en otra serie de tiempo. Los requisitos para esta prueba son: que las series presenten estacionariedad; y que no exista una correlación espuria (esto se puede afirmar

que se da cuando el coeficiente de determinación es mayor al estadístico de *Durbin Watson*). Las series estacionarias, son aquellas que presentan media y variancia constantes o independientes del tiempo. En otras palabras, no presenta un crecimiento o tendencia.

A continuación, se presenta en la FIGURA 48 un ejemplo de una gráfica de serie estacionaria:

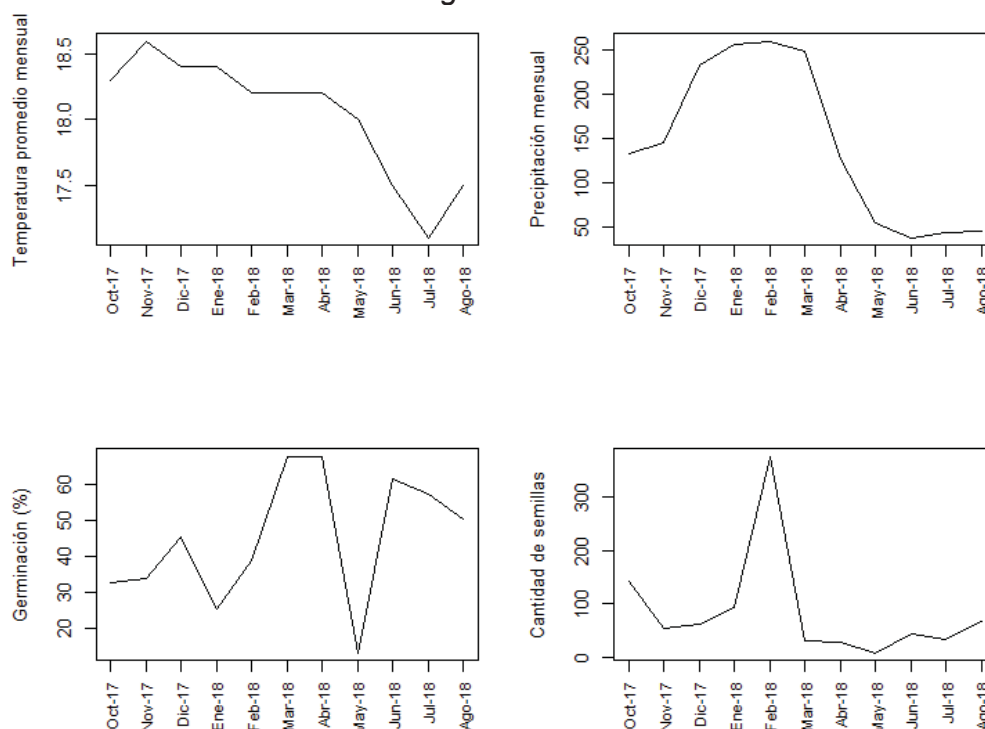
FIGURA 48. GRAFICA DE SERIE ESTACIONARIA.



Fuente: Elaboración propia (2020)

A continuación, se presentan en la FIGURA 49, las gráficas de serie de tiempo de las variables estudiadas para el periodo evaluado.

FIGURA 49. SERIE DE TIEMPO DE LAS VARIABLES PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN MENSUAL, PORCENTAJE DE GERMINACIÓN E CANTIDADE DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Debido a los pocos puntos, se puede decir visualmente que las series no son estacionarias. Para evaluar más profundamente, este concepto, se realizó la prueba de *Dickey Fuller* Aumentada. En esta prueba, la hipótesis alterna es la estacionariedad. En este caso en la TABLA 14, se observa que de todas las series estudiadas sólo la temperatura cumple el requisito de estacionariedad.

TABLA 14. ESTACIONARIEDAD DE LAS SERIES ESTUDIADAS DE PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL, PORCENTAJE DE GERMINACIÓN E CANTIDADE DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA - PERÚ.

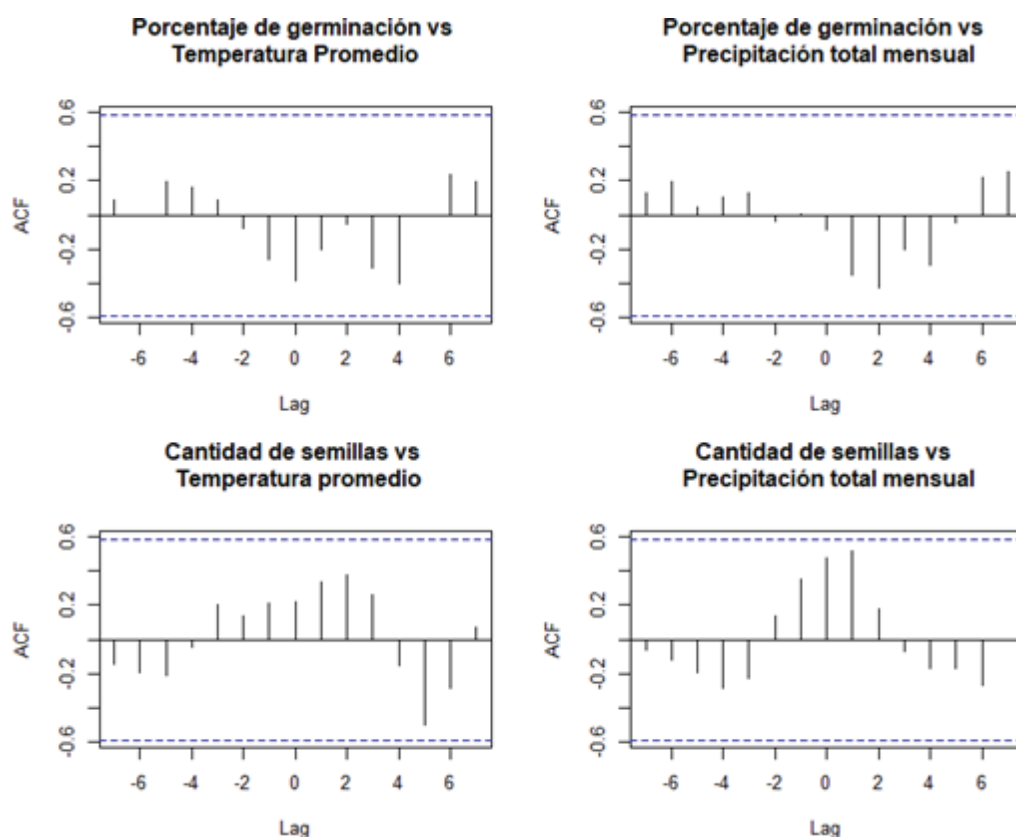
VARIABLE	DICKEY-FULLER	P-VALOR	DIFF1
Temperatura promedio	-3,9485	0,0251	-
Precipitación total mensual	-2,0564	0,5509	0,9469
Germinación (%)	-1,9729	0,5827	0,158
Cantidad de semillas	-2,3491	0,4394	0,6349

Fuente: Elaboración propia (2020).

En los casos que no se cumplió la estacionariedad se aplicó un algoritmo para devolver diferencias adecuadamente rezagadas. Se presenta el p-valor de dicho proceso en la columna 'Diff1' del cuadro anterior. La hipótesis nula sigue siendo la misma. Finalmente, se puede concluir que las variables en estudio no cumplen con el requisito de estacionariedad.

Siguiendo adelante, dejando de lado los supuestos de la prueba, se realizó la prueba de correlación FIGURA 50. Se debe tener en cuenta que para que exista significancia del coeficiente de correlación cruzada al 95% de confianza, se debe cumplir lo siguiente: Se presenta en primer lugar de forma gráfica los resultados. En ellos, se puede observar en el eje 'y' el valor de correlación. Se observa que en todos los casos es bajo.

FIGURA 50. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CORRELACION DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* VS PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA E PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL. CANTIDAD DE SEMILLAS DE *A. angustifolia* VS PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA E PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL. OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020)

Se puede indicar, además que el valor más alto de correlación se dió entre la cantidad de semillas vs la precipitación total mensual. Analizando este caso se observó que, en el mismo mes, una correlación de 0,477 entre la cantidad de semillas y la precipitación total mensual. Sin embargo, en el 'lag' +1, o un mes después, la correlación entre la cantidad de semillas y la precipitación aumenta a 0,521. La tabla descompuesta, así como el valor mínimo para la significancia se presentan en la TABLA 15.

TABLA 15. TABLA DESCOMPUESTA Y VALOR MINIMO DE SIGNIFICANCIA PARA SEMILLAS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA – PERÚ.

LAG	$\frac{\Delta y}{\Delta x}$	TEMP. VS % GERMINACIÓN	PP TOTAL VS % GERMINACIÓN	TEMP. VS CANTIDAD DE SEMILLAS	PP. TOTAL VS CANTIDAD DE SEMILLAS
-7	0,980	0,088	0,129	-0,143	-0,061
-6	0,877	-0,006	0,193	-0,197	-0,117
-5	0,800	0,195	0,048	-0,209	-0,199
-4	0,741	0,164	0,102	-0,044	-0,287
-3	0,693	0,089	0,131	0,203	-0,230
-2	0,653	-0,081	-0,036	0,136	0,133
-1	0,620	-0,262	0,001	0,211	0,356
0	0,591	-0,384	-0,087	0,217	0,477
+1	0,620	-0,204	-0,352	0,336	0,521
+2	0,653	-0,057	-0,432	0,375	0,180
+3	0,693	-0,309	-0,202	0,261	-0,068
+4	0,741	-0,402	-0,292	-0,153	-0,173
+5	0,800	-0,002	-0,046	-0,501	-0,168
+6	0,877	0,233	0,225	-0,290	-0,268
+7	0,980	0,195	0,252	0,068	-0,001

Fuente: Elaboración propia (2020)

En atención a lo expuesto:

1. Los supuestos del modelo no se cumplen.
2. No se observa significancia entre las correlaciones estudiadas.

En tal sentido, al haberse tomado información durante el periodo de 11 meses, no se puede afirmar que los resultados de las variables estudiadas se sucederán en la estacionalidad obtenida, por lo que se debe ampliar el periodo

de colección de datos para lograr la mayor significancia entre las correlaciones entre las variables.

Incluso sin tener una larga serie histórica, existe evidencia consistente de que la precipitación y la temperatura influyen en la producción de semillas de *A. angustifolia* en Oxapampa. Siguiendo la misma tendencia observada por Mantovanni *et al.* (2004), el período de producción de semillas coincidió con el período de menor precipitación y temperatura. Sin embargo, se debe considerar que el estudio realizado en Oxapampa duró menos que el período de observaciones realizado por Mantovanni *et al.*, (2004), por lo tanto, es necesario realizar experimentos más largos en Oxapampa, para avalar con mayor precisión la información inicial obtenida en este trabajo.

También es necesario considerar que la producción de semillas puede tener fluctuaciones. Según Mattos (1994), la producción de semillas en *A. angustifolia* presenta 2 a 3 años de alta producción seguidos de 2 a 3 años de baja producción. Es probable que estas oscilaciones también ocurran en Oxapampa, requiriendo estudios específicos para determinar si los patrones de producción observados en Brasil, se repiten en las condiciones peruanas.

La variación en la producción de semillas entre años es común en otras gimnospermas, estando relacionada con variaciones y condiciones ambientales en las diferentes etapas de desarrollo de los estróbilos (HOULE & FILION, 1993).

La determinación más precisa de la influencia climáticas en la producción de semillas, así como la determinación de otras variables relacionadas con las semillas, será fundamental para el establecimiento de plantaciones de *A. angustifolia* en Oxapampa y otras regiones del Perú. La información obtenida en este trabajo indica la necesidad e importancia de realizar estudios más amplios sobre la fenología y producción de semillas de *A. angustifolia*, ya que esta información dependerá del establecimiento de plantaciones viables de esta especie en el Perú.

4.5 . REGENERACIÓN NATURAL DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA

Se pudo observar en la plantación de *A. angustifolia* de Oxapampa, la presencia importante de regeneración en toda el área. Esta cantidad se podría atribuir a que no se evidencia consumo de las semillas por el hombre, ni por otros depredadores y también las favorables condiciones climáticas de Oxapampa.

Se aprecia en la TABLA 16, que el promedio de la altura de la regeneración de las 10 muestras fue de 25 cm, encontrándose en la muestra “E” el mayor número de plántulas 65 y en la muestra “B” el menor número 21, siendo el total 239 individuos en 50 m² de total de las muestras. En la muestra “B” se encontró el mayor promedio de alturas 27,9 cm y en la muestra “D”, el menor promedio de alturas 21,7 cm.

TABLA 16. ALTURA DE MUESTRAS DE REGENERACION NATURAL DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA – PERÚ.

TOTAL MUESTRAS	UNIDADES	SUMATORIA DE ALTURAS	ALTURA PROMEDIO
	cm	cm	
A	48	1 292,5	26,9
B	21	585	27,9
C	58	1 330	22,9
D	47	1 022	21,7
E	65	1 660	25,5
	239		25

Fuente; Elaboración propia (2020).

La abundancia absoluta obtenida fue de 25 157,89 y la abundancia relativa 0,53. En bosque naturales de diferentes regiones de la Floresta Ombrofila Mista (FOM) de Brasil, región de origen de *A. Angustifolia*, se han encontrado densidades que van desde 10 hasta 131 individuos por ha. (NASCIMENTO *et al.*, 2001; NEGRELLE & SILVA, 1992; GERALDI *et al.*, 2005; SEGER, 2005; CORDEIRO & RODRIGUES, 2007).

Se observa que las semillas germinan naturalmente por presencia adecuada de temperatura y humedad, FIGURA 51, esta afirmación es similar a la indicada por Pitcher (1973) que observó que en los rodales maduros de las zonas rurales hay escasa regeneración que le atribuye a la influencia del hombre; las semillas son muy deseadas por los cerdos que las devoran en

grandes cantidades, sin embargo, agrega que hay abundante regeneración natural allí donde el hombre y los animales están excluidos o bajo vigilancia, como en los bosques y parques nacionales. Estos ejemplos pueden indicar que la causa de la falta de regeneración en las masas naturales es la influencia humana. Wrege *et al.* (2009), reporta que la mayor parte de las zonas estudiadas la regeneración natural es escasa.

FIGURA 51. GERMINACION NATURAL DE LAS SEMILLAS DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

En el caso de Oxapampa, se observa abundante regeneración natural, y coincide con lo manifestado Pitcher (1973) en cuanto a influencia del hombre. En la localidad no se consumen las semillas, el predio está cerrado y asimismo, no se observan evidencias de su consumo por mamíferos o aves.

Soares (1979) indica que hay evidencias para afirmar que la *A. Angustifolia*, depende del fuego y siendo dependiente la regeneración natural podría ser inducida por este. La regeneración observada en este caso, no presenta evidencias que hayan sido producto de la presencia de fuego.

Luna & Fontana (2017) manifiesta que existe conocimiento de las exigencias ecológicas de la especie, que permite establecer que la regeneración natural se presenta bajo sombra, pero su comportamiento es mejor con la presencia de luz donde la mayor parte de la regeneración se manifiesta en

grupos. Coincidentemente con lo que manifiestan estos autores, la regeneración hallada en la plantación de Oxapampa se logró en sombra, se observó gran cantidad regeneración viva, así como también se pudo apreciar que la regeneración que llega a lograrse debajo del dosel es mínima casi nula, esto se puede afirmar porque se observó gran cantidad de regeneración seca por no tener la cantidad de luz necesaria para crecer.

Corrêa (2018), Observó que la regeneración natural en un bosque de Floresta Ombrófila Mista en el sur de Santa Catarina – Brasil, presento valores decrecientes de densidad, diversidad y similitud florística, con el avance de las clases altimétricas, si bien el presente estudio tomo información de la regeneración de 1 año en una plantación, es posible que conforme pasen los años esta podría disminuir por la dinámica, para confirmarlo se debe tomar información de esta en periodos de tiempo mayores.

En el presente estudio no se evidenció ataques por depredadores a la regeneración; sin embargo, Mattei (1979) en la investigación realizada en la estación de investigaciones forestales de Rio Negro, ubicado en el municipio de Río Negro - Paraná – Brasil, perteneciente al Sector de Ciencias Agrarias de la UFPR, se reportó un ataque de ratas a una semilla sembrada a 0 cm que tenía una plántula de 5 cm.

No fue objetivo de la presente investigación, más fue posible observar gran cantidad de rebrotes en los tocones de los árboles que fueron cortados, este hecho no se reporta en áreas de ocurrencia natural de la especie. En Oxapampa, algunos casos los rebrotes no prosperaron por la falta de luz, sin embargo a los que les llegó la luz, han tenido un buen desarrollo y podría ser un potencial del recurso que podría ser aprovechado en el futuro.

Según Marchesini *et al.*, (2009), la regeneración natural de las especies está relacionada con la capacidad de las especies para establecerse y desarrollarse en diferentes condiciones ambientales, considerando lo dicho por estos autores, se puede afirmar que *A. angustifolia* está adaptada a las condiciones de Oxapampa, estando subordinada a diferentes regímenes de luz existente en el campo evaluado en este trabajo.

La distribución de los individuos de regeneración en diferentes clases de tamaño (TABLA 17), indica que la especie está en equilibrio y adaptada al ambiente de Oxapampa. La intensa presencia de regeneración en un número

muy superior al de los individuos adultos permite identificar la viabilidad de la población de *A. angustifolia* en esta zona.

También se encontró en la cita de Carvalho (2003), que en ausencia de un banco de semillas de *A. angustifolia*; con la lluvia de semillas y la alta cantidad de regeneración de esta especie demuestra que los individuos reproductores están bien distribuidos en el área estudiada.

Jarenkow (1985) y Martins (1993), mencionan que la ausencia de individuos, en alguna categoría del ciclo de vida de una especie, puede comprometer su permanencia en el ecosistema. En este sentido, se puede decir que la permanencia de *A. angustifolia* está garantizada en el área de estudio.

Sin embargo, es necesario considerar que, por tratarse de un área pequeña, un corte del área puede comprometer la presencia de la especie en el lugar. Así, de existir indicios de corta en esta zona, es fundamental que antes de este corte se realicen recolecciones de semillas, y producción de plántulas en la mayor cantidad posible y posterior siembra, para tener una mínima garantía de posibilidad de propagación de la especie en Oxapampa y en Perú.

Con los datos relacionados con la regeneración natural y producción de semillas, obtenidos en este trabajo, es posible afirmar que *A. angustifolia* está adaptada a las condiciones de Oxapampa. Sin embargo, es necesario considerar que, por tratarse de un área de dominio particular, que puede ser cortado en cualquier momento, la presencia de la especie que se adecue a las condiciones ambientales del lugar en el que fue introducida, corre un gran riesgo y se puede considerar que, por esta razón, el futuro cultivo de *A. angustifolia* en Perú corre un gran riesgo de volverse inviable.

Por lo tanto, se necesita un esfuerzo colectivo y urgente para propagar la especie y crear otras áreas de plantación, o habrá un retroceso que puede no ser recuperable en las próximas décadas. La alternativa más viable sería una agencia pública o el municipio de Oxapampa, para tomar conciencia del potencial estratégico de esta especie para la producción forestal peruana y adquirir esta área para propagar la especie en la región.

4.6 INVENTARIO 100 % (CENSO) DE LA PLANTACIÓN DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA

Fueron censados en 1,9 ha, 469 árboles de *A. angustifolia*, lo que corresponde a 247 árboles/ ha, considerando que la plantación se realizó a un espaciamiento de 5 x 5 m, Inicialmente fueron plantadas 400 plantas/ha y 760 plantas en toda el área. También fueron encontrados en el área 66 tocones con brotes.

Según J. Palomino & O. Medrano (comunicación personal, 15 de agosto 2015), entre 2002 y 2009, en esta área fueron retirados unos 228 árboles en realeos selectivos (30% del número de plagas), realizados en el curso de aprovechamiento forestal de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Restando el número inicial de individuos plantados (760 - 228), se tienen 532 árboles que deben estar en el área, ya que el censo arrojó 469 árboles, se supone que 63 plantas murieron en los primeros meses de nuestra vida o años posteriores, ósea la plantación tiene una mortalidad de 8,2%.

El promedio de DAP fue 45,2 cm y la altura media encontrada fue 18,6 m, TABLA 17. El área media transversal encontrada en Oxapampa fue 0,1659 m²/árbol, y el Área Basal fue de 77,85 m², para 1,9 ha y 41 m²/ha. El volumen promedio es de 2,15 m³ por árbol, el volumen total encontrado en el área fue 1 007 m³, lo que corresponde a un volumen de 530 m³ por hectárea y un IMA de 17.6 m³/ha/año, considerando que la plantación tiene una edad de 30 años.

El DAP promedio de 45,2 cm encontrado en Oxapampa, es superior al encontrado por Curto *et al.*, (2014), que evaluó plantaciones instaladas en 1946 en el estado de Paraná-Brasil, reportando un DAP promedio de 37 cm.

El volumen por hectárea encontrado en Oxapampa es superior al volumen citado en algunos trabajos en plantaciones forestales en Brasil. Curto & col. (2017), cita para una plantación de *A. angustifolia* con 30 años, que es la edad de la plantación de Oxapampa, con un volumen de 186,47 m³ / ha, además de 163 plantas por ha. En el mismo trabajo, los autores citan como mayor volumen a una plantación de 70 años, con 100 árboles/ha y un volumen de 411 m³ / ha.

En el trabajo de Soligno *et al.*, (2013), el volumen medio por plantación de *A. angustifolia*, encontrado por los autores fue 225,93 m³/ha. Uno de los mejor

valorados por los autores, con 284 árboles/ha, que es lo más próximo a los árboles encontrados en Oxapampa, que presenta un volumen de 418,9 m³/ha, con 67 años, teniendo la plantación de Oxapampa de 30 años.

A partir del DAP promedio de 45,9 cm y una desviación estándar de 8,13, fueron definidas Clase I (≥ 15 cm - ≤ 25 cm); Clase II (>15 cm - ≤ 25 cm); Clase III (>35 cm - ≤ 45 cm); Clase IV (> 45 cm - ≤ 55 cm); Clase V (> 55 cm - ≤ 65 cm); Clase VI (> 65 cm).

4.7 MORFOMETRÍA DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA

Fueron evaluados 469 árboles, distribuidos en VI clases diamétricas, TABLA 17, que presentaron un DAP que varía de 21,4 cm, Clase I, a 69 cm, Clase VI, siendo la mayor concentración 76,3 % entre las Clases III y IV con un diámetro de copa que vario entre 5,6 m hasta 12,1 m el mismo que se incrementa de acuerdo con la clase diamétrica, es menor en la Clase I y mayor en la Clase VI.

TABLA 17. VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES E ÍNDICES POR CLASE DIAMÉTRICA Y TOTAL DE UNA PLATACION DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA PERÚ.

VARIABLES	CLASES						Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	
Nº Total de árboles : 469	4	47	167	191	59	1	
DAP (cm)	21,4	31,3	41,4	49,6	58,7	69,0	45,2
H total (m)	16,1	16,5	18,0	18,6	19,2	23,0	18,6
H comercial (m)	8,4	10,0	10,7	10,7	11,0	15,2	11,0
Diametro de copa (m)	5,6	5,8	6,9	7,7	9,3	12,1	7,9
Área de copa (m ²)	6,7	7,0	9,8	12,1	17,7	28,7	13,7
Proporción de copa (%)	35,7	30,4	34,1	34,4	36,4	32,6	33,9
Grado de esbeltez	0,79	0,53	0,44	0,38	0,33	0,33	0,47
Índice de salencia	27,1	18,6	16,6	15,4	15,8	17,5	18,5
Índice de abragancia	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
Altura copa (m)	5,8	5,1	6,3	6,7	7,1	7,5	6,4
Formal de copa	1,0	1,6	1,4	1,5	1,6	1,6	1,4

Fuente: Elaboración propia (2020)

Siguiendo la misma tendencia observada en bosques naturales por Ricken *et al.* (2020), en la Tabla 17, se puede observar la ocurrencia de pocos individuos en las clases iniciales, lo que indica que se está comprometiendo el suministro de *A. angustifolia* para las clases superiores de diámetro, es decir, si se realizara un aclareo selectivo en esta zona, la oferta futura de madera se vería comprometida, hecho que demuestra la necesidad de ampliar las áreas plantadas con esta especie, si el objetivo de la especie es la producción de madera.

La variable altura tiene pocas diferencias entre Clase I y Clase V, entre estas clases la diferencia es del 16,14%, hecho que corrobora la característica de las especies heliofitas como *A. angustifolia*, que en condiciones de competencia priorizan el crecimiento en altura. Hecho que indica que la variable altura no puede ser analizada aisladamente como parámetro indicativo de la calidad fisiológica de los árboles evaluados.

La variable altura pudo haber sido influenciada por la altitud de Oxapampa, este hecho fue observado por Ricken *et al.* (2020), quienes en su estudio encontraron que la medida de que la altitud de los sitios evaluados entaba, la altura de *A. angustifolia* disminuía. Sin embargo, estos autores realizaron evaluaciones en rodales naturales, para afirmar que las Araucarias evaluadas en este estudio tuvieron su altura influenciada por la altitud, son necesarias otras evaluaciones.

La mayor concentración de individuos 76,3 %, se encuentran entre las clases II y IV, el DAP registrado vario entre 21,38 cm a 58,67 cm, la altura comercial entre 7.95 m a 11.00 m y con un diámetro de copa que vario entre 5.6 m hasta 9,26 m el cual que se incrementa de acuerdo con la clase diamétrica. La proporción de copa vario entre 37.89% a 36.33%, la altura de copa entre 6.15 m a 7.13 m y la forma de copa entre 0,91 a 1,63. El grado de esbeltez entre 0,79 a 0,33.

El índice de salencia entre 27,12 y 15,78 que se observa que es decreciente de la clase diamétrica I a la IV. El valor fue calculado considerando lo expuesto en Da Silva *et al.* (2017) que multiplica el valor obtenido por 100.

El índice de abragencia varió entre 0,34 a 0,49 en forma creciente de acuerdo con la clase diamétrica de I a V.

TABLA 18. MATRIZ CON LOS VALORES DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON, DEL TOTAL DE LA PLANTACION DE *A. angustifolia* EN OXAPAMPA – PERÚ.

		DAP	Ht	AC	DC	IS	GE	IA	HC	FC	PC	VT
DAP cm	DAP	1,00										
H total m	Ht	0,26	1,00									
Area de copa m ²	AC	0,47	0,24	1,00								
Diámetro de copa m	DC	0,48	0,24	0,98	1,00							
Índice de Salencia	IS	-0,29	0,02	0,65	0,67	1,00						
Grado de esbeltez	GE	-0,71	0,42	-0,24	-0,26	0,33	1,00					
Índice de abragencia	IA	0,31	-0,33	0,79	0,81	0,63	-0,48	1,00				
Altura copa m	HC	0,15	0,74	0,22	0,23	0,12	0,36	-0,20	1,00			
Formal de copa	FC	0,07	-0,45	0,16	0,16	0,12	-0,35	0,42	-0,62	1,00		
Proporción de copa %	PC	0,08	0,55	0,18	0,19	0,14	0,30	-0,13	0,95	-0,63	1,00	
Volúmen	VT	0,85	0,40	0,43	0,43	-0,21	-0,48	0,17	0,04	0,08	-0,10	1,00

Fuente: Elaboración propia (2020).

Los valores de correlación obtenidos del presente trabajo, TABLA 18, representan a una población, en tal sentido son valores absolutos, los cuales pueden ser comparados con las correlaciones encontradas de plantaciones de *A. angustifolia* que son resultados obtenidos de muestras.

Para el análisis de correlación entre el DAP y volumen total entre ambas procedencias se tuvo en consideración:

$$r = 0:94 \quad p_o = 0:85$$

$$H_0 : p = 0:85$$

$$H_1 : p \neq 0:85$$

$$\alpha = 0:05$$

$$tc = 4.437713$$

$$Pvalue: 1.303838e-05$$

Como $tc = 4.437713 > 1,9683$, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, la correlación de DAP y volumen, estadísticamente son diferentes, la probabilidad de error es de $1:3038 \times 10^{-5}$. En conclusión, no se puede afirmar cuantitativamente que las correlaciones provienen de una misma población, sin embargo, ambas correlaciones por su magnitud y tendencia indican que plantaciones de *A. angustifolia* manifiestan su alto grado de asociación, se puede decir que hay alta correlación, en términos de magnitud y tendencia.

Se hizo el análisis entre el volumen total y las demás características e índices morfométricos obteniendo los siguientes resultados, TABLA 19, 20 y 21.

TABLA 19. VOLUMEN TOTAL VS OTROS CARACTERÍSTICAS E ÍNDICES MORFOMÉTRICOS DE *A. angustifolia* EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.

Variable	R0	r	tc	Probabilidad
DAP	0,85	0,94	4,437713	1,303838e-05
Ht	0,40	0,58	3,717171	2,428066e-04
AC	0,43	0,79	9,877785	0,000000e+00
DC	0,43	0,75	8,138684	1,287859e-14
IS	-0,21	-0,06	2,527945	1,201749e-02
GE	-0,48	-0,64	3,502999	5,344995e-04
IA	0,17	0,53	7,141691	7,809309e-12
HC	0,04	0,30	4,585069	6,820033e-06
FC	0,08	0,08	0,000000	1,000000e+00
PC	-0,10	0,12	3,727900	2,331575e-04

RO = valor hallado en Oxapampa, r = valor hallado en Rio Grande de Sul *et al.*, (2017),
tc = valor de t calculado.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se observa que el volumen total presenta correlaciones distintas cuantitativamente con las características de la especie y los índices IS y IA. En tendencia y magnitud son similares, así: DAP, Ht, GE y FC. Respecto a los índices morfométricos: **índice de salencia** e índice de **abragencia** ambos tienen asociación inversa con el volumen, pero el nivel de asociación es bajo.

TABLA 20. INDICE DE SALENCIA VS OTRAS CARACTERÍSTICAS E INDICE DE ABRAGENCIA DE *A. angustifolia* EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.

Variable	R0	r	tc	Probabilidad
DAP	-0,29	-0,03	4,3758466	1,703030e-05
Ht	0,02	0,06	0,6741187	5,007861e-01
AC	0,65	0,46	3,5997597	3,759534e-04
DC	0,67	0,59	1,6668354	9,665342e-02
GE	0,33	0,08	4,2191740	3,305288e-05
IA	0,63	0,67	0,9064378	3,654753e-01
CC	0,12	0,12	0,0000000	1,000000e+00
FC	0,12	0,30	3,1742785	1,667775e-03
PC	0,14	0,15	0,1701511	8,650129e-01
VT	-0,21	-0,06	2,5279450	1,201749e-02

RO = valor hallado en Oxapampa, r = valor hallado en Rio Grande de Sul *et al.*, (2017), tc = valor de t calculado.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se observa que las correlaciones en términos cuantitativos no son diferentes en Ht, DC, CC y PC. En términos de tendencia y magnitud son similares en DAP, AC, FC y VT. Respecto a la correlación del índice de salencia con el índice de abragencia, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto,

estadísticamente no son diferentes en ambas procedencias. Por lo que se puede afirmar que estos índices son similares en ambas procedencias.

TABLA 21. INDICE DE ABRAGENCIA VS OTRAS CARACTERISTICAS DE *A. angustifolia*, OXAPAMPA – PERÚ.

Variable	R0	r	tc	Probabilidad
DAP	0,31	0,60	6,0981939	3,509321e-09
Ht	-0,33	0,11	7,4471380	1,157296e-12
AC	0,79	0,85	1,9160771	5,636260e-02
DC	0,81	0,92	4,7216120	3,686280e-06
IS	0,63	0,67	0,9064378	3,654753e-01
GE	-0,48	-0,61	2,7598872	6,159508e-03
CC	-0,20	0,09	4,8984341	1,627501e-06
FC	0,42	0,43	0,1863321	8,523178e-01
PC	-0,13	0,07	3,3727943	8,478561e-04
VT	0,17	0,53	7,1416913	7,809309e-12

R0 = valor hallado en Oxapampa, r = valor hallado en Rio Grande de Sul *silva et al.*, (2017), tc = valor de t calculado.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se observa que las correlaciones en términos cuantitativos no son diferentes en AC y FC. En términos de tendencia y magnitud son similares en DC y GE. Respecto a la correlación del índice de salencia con el índice de abragencia no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, estadísticamente no son diferentes en ambas procedencias.

El diámetro de copa presenta una alta correlación con el índice de abragencia que ocurre también Rio Grande do Sul, cuando es mayor el diámetro de copa mayor será el índice de abragencia acorde a *Silva et al.* (2017), asimismo es destacable la alta correlación encontrada en Oxapampa, entre la proporción de copa y la altura de copa 0,95 que coincide con lo hallado por *Silva et al.* (2017) 0,93.

En términos generales, se observa que las correlaciones entre las variables estudiadas son similares a las halladas en el tipo de relación (directa o inversa) y en muchos casos en dimensión. Resalta el bajo grado de asociación entre el DAP y la Altura total, el cual fue de 0,26 para el presente estudio y de 0,53 para la plantación de Brasil.

Así mismo, resalta el bajo grado de correlación hallado entre el DAP y el área de la copa, el cual se calculó en 0,47; por otro lado, en Brasil, esta correlación fue alta: 0,78.

Otra relación que destacar es el encontrado entre la forma de la copa y la altura total. Para el presente estudio, el coeficiente de Pearson es igual a -0,45, lo cual indica una correlación baja, a diferencia de lo encontrado en la plantación de Brasil, donde se observa que con un coeficiente de -0,05, la correlación no es significativa.

En la TABLA 22, se puede apreciar la comparación de índices morfométricos de dos clases diamétricas semejantes, que si bien están a diferentes alturas sobre el nivel del mar nos permiten, apreciar el comportamiento de la especie considerando el DAP independiente de la edad. Para el análisis se han agrupado las clases diamétricas que tienen valores similares, (49,99; 47,5, 49,65 cm) y (32,63; 31,34cm)

TABLA 22. COMPARACION DE INDICES MORFOMETRICOS DE DOS CLASES DIAMETRICAS DE *A. angustifolia*, PROCEDENTE DE OXAPAMPA CON BRASIL.

PROCEDENCIA			msnm	DAP	Ht	AC	DC	IS	GE	IA	FC	PC
Brasil	SC	Painel	1350	49,99	18,80	79,80	9,70	0,20	0,40	0,50	2,40	27,10
Brasil	Rio Grande do Sul	Flona da Passo	687	47,50	22,60	22,40	10,10	21,40	0,47	0,45	3,00	18,60
Perú	Pasco	Oxapampa	1800	49,65	18,65	48,54	7,66	15,44	0,38	0,42	1,47	34,75
Brasil	Santa catarina	Bom Jardim de Serra	1150	32,63	15,10	38,00	6,50	0,20	0,50	0,40	3,20	17,20
Perú	Pasco	Oxapampa	1800	31,34	18,01	39,03	5,81	18,64	0,53	0,36	1,54	30,51

Fuente: Elaboración propia (2020).

Las procedencias de Santa Catarina – Brasil, son datos obtenidos por Ricken *et al.* (2020), y las de Rio Grande do Sul Da Silva *et al.* (2017), los valores índices de salencia varían por la forma de cálculo, los valores procesados de Santa Catarina no fueron multiplicados por 100, mientras que los de Rio Grande do Sul si fueron multiplicados por 100 al igual de los de Oxapampa.

En general se puede apreciar que hay bastante coincidencia en los valores, en los índices que intervienen el diámetro de copa y altura de copa se presentan algunas variaciones, que se pueden atribuir a que la plantación en Oxapampa, no ha tenido un manejo silvicultura adecuado, lo que ha generado

bastante competencia entre los individuos, por lo que el área de copa y la altura de copa ve afectada, tal como se puede apreciar en la proporción de copa, de igual manera se aprecia que el área de copa en de la clase diamétrica 47.5 cm de Rio Grande do Sul, es menor en comparación de las otras procedencias.

Se ha obtenido la matriz de los valores de los coeficientes de correlación de Pearson de las cinco clases diamétricas, que se pueden apreciar en el ADJUNTO N° 3. En las relaciones halladas según clase diamétrica, se debe destacar la similitud entre las relaciones presentadas entre las variables en estudio, observadas entre las Clases Diamétricas II y III y entre las Clases Diamétricas IV y V.

Estas relaciones son bastante homogéneas en sentido (directo o inverso) y en magnitud. Por otro lado, resalta que la clase diamétrica I, difiere mucho respecto a las demás clases. Por ejemplo, la correlación hallada entre la Altura total y el DAP es solamente significativo para la Clase Diamétrica I. La explicación de la significancia para la clase diamétrica I, puede deberse a la baja cantidad de observaciones encontradas en esta clase. Para el resto de las clases, la no relación entre el diámetro y la altura total se puede deber al índice de sitio, ya que los árboles llegaron a la altura máxima y los diámetros siguieron incrementando.

Otro resultado bastante resaltante es la alta correlación ente el diámetro de copa y la altura total observado en la Clase Diamétrica I (0,813), el cual es contrario a lo observado en las demás clases diamétricas donde es no significativo (Clase Diamétrica III), bajo (Clases Diamétricas IV y V) o bajo e inverso (Clase Diamétrica II). Por otro lado, en la Clase Diamétrica I se observa una alta correlación entre la Altura total y el área de copa ($r = 0,745$), mientras que para las otras Clases Diamétricas resultaron o bajas (CD IV y V) o no significativas (CD II y III).

El índice de abragencia o monto de copa resulta altamente correlacionado con la altura de la copa en la CD I, mientras que en las demás CD resulta una relación inversa y baja.

4.8 ESTADO FITOSANITARIO DE *A. angustifolia* EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA

La plantación de *A. angustifolia* de Oxapampa, tuvo un raleo del 30% entre los años 1999 y 2000, por lo que se aprecia el distanciamiento no es el adecuado porque las ramas de entrecruzan entre filas, la dinámica de los bosques ha generado árboles dominantes con mucho vigor, que han afectado el crecimiento normal de los árboles suprimidos, así como se ha creado ambientes oscuros y húmedos en muchas áreas de la plantación, los cuales han creado condiciones para que prosperen hongos e insectos, FIGURA 52.

FIGURA 52. ÁRBOL DE *A. angustifolia*, MUERTA POR SUPUESTO ATAQUE DE HONGOS, OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente Elaboracion propia (2020).

La información colectada en campo fue agrupada en las clases de diámetros de acuerdo a los rangos de la TABLA 23.

TABLA 23. VARIABLES AVALUADAS PARA DETERMINACIÓN DEL ESTADO FITOSANITARIO DE LOS ARBOLÉS DE *A. angustifolia*, EN LAS CLASES DIAMETRICAS DE LA PLANTACION DE OXAPAMPA – PERÚ.

		CLASES DIAMETRICAS						TOTAL
		I	II	III	IV	V	VI	
VARIABLES INDIVIDUOS		4	47	167	191	59	1	469
Bifurcación	Unidades	0	0	0	1	0	0	1
	%	100	100	100	0,52	100	100	0,21
Tronco recto	Unidades	4	41	145	163	50	1	404
	%	100	87,53	86,83	85,34	84,75	100	86,14
Tronco inclinado	Unidades	1	2	11	26	27	1	68
	%	25	4,26	6,59	13,61	45,76	100	14,5
Copa viva	Unidades	4	34	125	142	39	1	345
	%	100	72,85	74,85	74,35	66,1	100	73,56
Copa muerta	Unidades	0	0	3	14	9	0	26
	%	0	0	1,8	7,33	15,25	0	5,54
Copa secandose	Unidades	1	15	42	60	20	1	139
	%	25	31,91	25,15	31,41	33,9	100	29,64
Copa con acículas	Unidades	0	1	3	19	14	1	38
	%	0	2,13	1,8	9,95	23,73	100	8,1
Arbol muerto	Unidades	0	0	3	14	10	0	27
	%	0	0	1,8	7,33	16,95	0	5,76
Presencia de hongos	Unidades	1	2	11	27	15	1	57
	%	5	4,26	6,59	14,14	25,42	100	12,15
Presencia de insectos	Unidades	1	10	35	46	16	1	109
	%	25	21,28	20,96	24,08	27,12	100	23,24
Ramas Caídas	Unidades	1	26	69	89	28	1	230
	%	25	55,32	40,12	56,02	76,27	100	45,63
Dominante	Unidades	1	9	67	107	45	1	230
	%	25	19,15	40,12	56,02	76,27	100	49,04
Co dominate	Unidades	1	32	97	78	14	0	222
	%	25	68,09	58,08	40,84	23,73	0	47,33
Suprimido	Unidades	2	6	3	6	0	0	17
	%	50	12,77	1,8	3,14	0	0	3,62

Fuente: Elaboración propia (2020).

Se observó en la plantación, solo 01 individuo bifurcado en la Clase IV, que representa el 0,1% del total de individuos, el 86,14% de individuos tiene el tronco recto, este porcentaje se puede decir que es constante en toda la plantación porque se repite en todas las Clases, salvo en la clase I que es el 100%. El total, el 86,14% son de tronco recto, 0,21 % bifurcado y el restante, inclinado.

Se puede apreciar que el 73.56% de la plantación tiene la copa viva, así mismo se observa que el 29,64% de las copas los individuos están secándose, en este caso se puede observar que es una distribución en todas las clases en un porcentaje similar, que también fue observado por Sanguinetti (2018) en Argentina, que indica que el síntoma de “ramas o copa parcialmente secas”, se distribuyó en todas las poblaciones ubicadas en distintas condiciones ambientales y dentro de cada población.

Se observó que los árboles muertos alcanzaron un 5,76%. Sanguinetti (2018), reporta que el síntoma “muerto”, en particular en los adultos, se encontró principalmente cerca de cursos y cuerpos de agua, donde los suelos suelen permanecer húmedos por más tiempo, en este caso no se observó presencia de cursos de agua cerca a la plantación, por lo que no sería un factor que motivaría la muerte de los individuos.

La observación en los árboles de cuerpos fructíferos de hongos e indicios de insectos hace pensar que son los factores que provocan su muerte, asociado a la falta de raleo. Se observaron exudaciones en los troncos enfermos que coinciden con lo reportado por Sanguinetti (2018), que observó abundante exudado de resina en todos los árboles que finalmente murieron.

Se observa que el 25.42% de individuos de la Clase V, 14,14 % de la Clase IV y 6,59% de la clase III muestran presencia de hongos, en estas clases están la mayor cantidad de individuos. Lo observado valida el informe del conductor del predio, que indica que los árboles de mayor diámetro están muriendo de la copa a la base.

En la variable presencia de insectos, se observó que hay presencia de insectos en el 23,24% de todos los individuos, así mismo, se observó que el 45.63% de los individuos presenta ramas caídas.

Se observa que la dominancia se concentra en las Clases II, III, IV y V, que tienen la mayor cantidad de individuos, presentando un rango que varía desde 19,15% hasta 76,7%, siendo la clase V la que presenta mayor cantidad de árboles dominantes, se observa que el porcentaje de árboles dominantes por clase es mayor a mayor diámetro.

Se observa que la mayor cantidad de árboles codominantes se presenta en forma inversa al comportamiento de los árboles dominantes, se observa que

las clase II presenta el mayor porcentaje de árboles codominantes 68.09%, y la clase V presenta menor porcentaje 23,73%.

En el caso de individuos suprimidos se observa que la clase II presenta el mayor porcentaje y el menor porcentaje la Clase III con 3,14%. En los tres casos no se ha considerado la Clase I y VI porque presentan pocos individuos.

4.9 ANÁLISIS FUSTAL DE ARBOLÉS DE *A. angustifolia* EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA

Para especies templadas, como las coníferas, el método es muy preciso y tiene un gran uso práctico. Sin embargo, es posible formar falsos anillos, producidos como resultado de sucesivos períodos cortos de sequía y lluvia, ataques de insectos, enfermedades, heladas y otros factores, resultando con más de un ciclo de crecimiento durante el período de un año.

4.9.1 Determinación de la edad de los árboles de *A. angustifolia*

Para los siete árboles en los que se realizó el análisis de tronco, en el recuento de anillos de crecimiento en la rodaja cortada a 0,0 m, el número de anillos obtenidos para estos árboles se describen en la TABLA 24.

TABLA 24. NÚMERO DE ANILLOS DE CRECIMIENTO EN LOS ÁRBOLES DE *A. angustifolia* SELECCIONADOS EN LA PLANTACIÓN DE OXAPAMPA – PERÚ.

Árbol	N° Anillos
1	27
2	26
3	25
4	23
5	23
6	33
7	24

Fuente: Elaboración propia (2020).

Los registros relacionados con la instalación de esta área indican, que la plantación se realizó en enero de 1989 de ahí la edad de los árboles considerando que la tala de los árboles y remoción de las rodajas ocurrió en febrero 2019, debería ser de 30 años y 1 mes. Sin embargo, esta edad no se

incluye en el recuento de anillos de crecimiento, como se puede ver en la TABLA 24.

Sólo se consideraron los anillos que se visualizaron con facilidad en toda la superficie de los discos. Debido a que la plantación tiene 30 años de establecida hasta la fecha de extracción (enero 1989 - febrero del 2019) el primer período de crecimiento fue de enero a mediados de 1989, a partir del segundo período de crecimiento se contó con un año completo hasta el anillo anual 30 que terminó de formarse a mediados de 2018.

La ocurrencia de edades tan variadas en un área plantada en el mismo período puede ocurrir si hay mortalidad y la consiguiente replantación. Sin embargo, esta parece ser una hipótesis poco probable para esta zona de Oxapampa, ya que teóricamente no hubo disponibilidad de semillas de *A. angustifolia* para la producción de plántulas y la consiguiente resiembra a lo largo de los años, ya que no existe fuente de semillas de esta especie exótica en el Perú. Incluso si las semillas se hubieran almacenado para este propósito, esto no sería factible, ya que las semillas de esta especie pierden rápidamente su viabilidad de germinación.

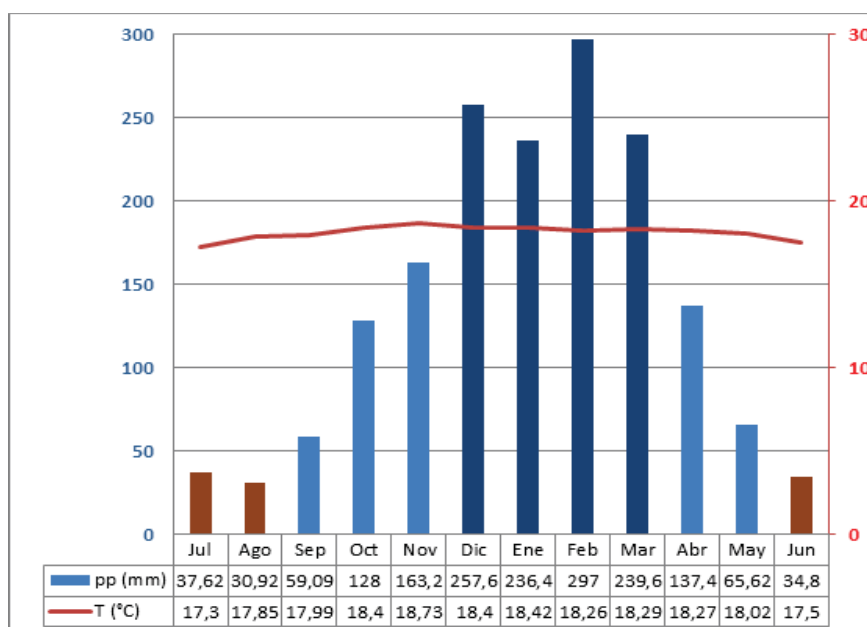
La probable explicación de esta marcada diferencia de edades son las condiciones climáticas de Oxapampa, en las que se observa tres períodos de precipitación (seco, húmedo y muy húmedo) y que no hay mucha variación de temperatura entre las estaciones invierno y verano FIGURA 53, lo cual conllevó a alterar el patrón conocido en Brasil para la ocurrencia de anillos de crecimiento de *A. angustifolia*. En Brasil, en la región de ocurrencia natural de la especie, las estaciones son bastante diferentes, con variaciones considerables de temperaturas en invierno y verano.

En ese sentido, el árbol 6 presenta 33 anillos de crecimiento, y debido a que la plantación tiene 30 años de establecido, esto indica que al menos tres anillos son falsos y por lo visto en los demás árboles también se evidencia anillos ausentes. A pesar de que los anillos de los demás discos no fueron contabilizados en su totalidad por presentar anomalías, la diferencia con la edad de plantación es evidente.

Como indica Melandri *et al.* (2007) y Novak (2017), existen anomalías en los anillos de crecimiento presentes en especies de coníferas, en los que es posible que el número de anillos sea diferente a la edad de la plantación,

pudiendo ser mayor, debido al régimen bimodal de la precipitación mensual en el lugar de estudio, resultando anillos estrechos y con leño tardío con coloración menos intensa. En Oxapampa, como indica Romero (2019) en el siguiente climatograma, con respecto a la precipitación promedio, los períodos más lluviosos oscilan entre diciembre y marzo, mientras que los datos históricos de temperatura indican que las temperaturas promedio son estables durante todo el año, con temperaturas que oscilan entre los 16 y 18 grados C°. Con esta temperatura constante, es probable que no se formen anillos de crecimiento o que se produzcan anillos falsos, lo que hace que el recuento sea inexacto.

FIGURA 53. CLIMATOGRAMA DE OXAPAMPA – PERÚ.



Fuente: Romero (2019).

Las anomalías en los anillos de crecimiento más comunes fueron descritas por Rojas-Badilla *et al.*, (2017), los cuales indican que anillos ausentes son causa de la “inactividad cambial durante toda una temporada de crecimiento”, mientras que las bandas intra-anales “se forman a causa de eventos de escasez-abundancia de recursos dentro de un mismo periodo de crecimiento y se reconocen por un límite difuso en la madera tardía hacia ambos bordes de la banda”. Estas anomalías podrían ser explicadas por la temperatura promedio mensual casi constante, ya que, en condiciones de clima natal, la araucaria presenta período de bajas temperaturas que permiten diferenciar el

leño tardío del leño temprano, distinguiéndose fácilmente los anillos de crecimiento.

Otra posibilidad de la dificultad para visualizar los anillos de crecimiento fue la ausencia de tratamientos silviculturales a los que fueron sometidos los árboles de *A. angustifolia* en Oxapampa, especialmente la ausencia de un aclareo adecuado, como se evidenció en otros ítems de este trabajo. Esta información es consistente con el reporte en comunicación personal realizado por Schneider a Ávila (2016), que los individuos de *A. angustifolia* permanecen reprimidos bajo el dosel del bosque, esperando las condiciones adecuadas para su desarrollo, principalmente en cuanto a la luminosidad, siendo común la dificultad para leer los anillos de crecimiento.

4.9.2 Determinación del crecimiento volumétrico de *A. angustifolia*

Ante las dificultades encontradas en la determinación de los anillos de crecimiento y la consecuente falta de precisión en los análisis realizados con el Análisis de Tronco. Se presenta y discute en este ítem la información relacionada solo con dos de los siete árboles cortados y sometidos a análisis de tronco, respectivamente un árbol el N° 3 de menor clase diamétrica 17,84 cm y un árbol el N° 4 de mayor clase diamétrica 46,15 cm. Estos dos árboles fueron elegidos porque representan los extremos de las clases diamétricas de la población. Los datos de las rodajas de los árboles 1, 2, 5, 6, 7 se puede apreciar en el ADJUNTO 4.

Los datos de los demás árboles deben ser analizados con otras técnicas para determinar los anillos de crecimiento en un trabajo específico, con el objetivo de dilucidar las dificultades y peculiaridades que imponen las condiciones climáticas de Oxapampa.

4.9.3 Análisis de tronco – Árbol de *A. angustifolia* de la menor clase diametral

En la TABLA 25 y en la FIGURAS 54 y 55, se observan los incrementos en volumen y diámetro en el árbol 3 respectivamente. El incremento corriente anual (ICA) es una medida que indica cuánto creció con respecto al año anterior, mientras que incremento medio anual (IMA) indica cuánto creció con respecto a su edad.

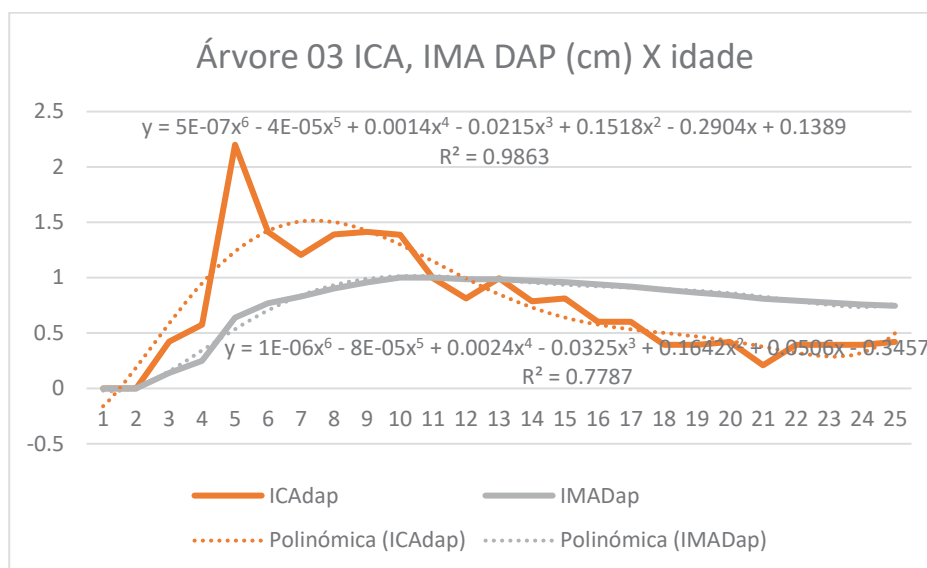
TABLA 25. VARIABLES DENDROMÉTRICAS DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ÁRBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.

Edad (Años)	DAP cm	ICAdap	IMADap	g m2	ICAg	IMAg	h m	ICAh	IMAh	Volume m3	ICAV	IMAV	FF	FFH
1	0	0	0	0	0	0	0,597728	0,597728	0,597728	9,7E-06	9,7E-06	9,7E-06	0	0,460535
2	0	0	0	0	0	0	1,144557	0,546829	0,572278	6,19E-05	5,22E-05	3,09E-05	0	0,346761
3	0,421213	0,421213	0,140404	1,39E-05	1,39E-05	4,64E-06	1,379081	0,234524	0,459694	0,000198	0,000137	6,61E-05	0	0,385989
4	0,996861	0,575647	0,249215	7,8E-05	6,41E-05	1,95E-05	2,132354	0,753274	0,533089	0,000608	0,00041	0,000152	0	0,370318
5	3,197155	2,200294	0,639431	0,000803	0,000725	0,000161	3,928458	1,796104	0,785692	0,002143	0,001535	0,000429	0,679387	0,453862
6	4,611178	1,414024	0,76853	0,00167	0,000867	0,000278	4,891292	0,962834	0,815215	0,00478	0,002638	0,000797	0,585236	0,476231
7	5,815841	1,204663	0,830834	0,002657	0,000987	0,00038	6,030535	1,139244	0,861505	0,009888	0,005107	0,001413	0,617198	0,534664
8	7,205315	1,389473	0,900664	0,004078	0,001421	0,00051	8,0139	1,983365	1,001738	0,019192	0,009304	0,002399	0,587328	0,536201
9	8,619972	1,414658	0,957775	0,005836	0,001758	0,000648	9,470846	1,456946	1,052316	0,032952	0,01376	0,003661	0,596202	0,566633
10	10,00851	1,388536	1,000851	0,007867	0,002032	0,000787	10,92617	1,453319	1,092617	0,060973	0,028021	0,006097	0,709323	0,70065
11	11,00394	0,99543	1,000358	0,00951	0,001643	0,000865	11,52723	0,601065	1,04793	0,077329	0,016356	0,00703	0,705397	0,699161
12	11,81604	0,812103	0,98467	0,010966	0,001456	0,000914	12,18743	0,660205	1,01562	0,090613	0,013284	0,007551	0,678023	0,675228
13	12,81185	0,995811	0,985527	0,012892	0,001926	0,000992	12,49131	0,303874	0,96087	0,103748	0,013135	0,007981	0,644253	0,642544
14	13,5978	0,785944	0,971271	0,014522	0,00163	0,001037	12,60093	0,109617	0,900066	0,114644	0,010897	0,008189	0,626502	0,623868
15	14,41009	0,812289	0,960672	0,016309	0,001787	0,001087	13,10382	0,50289	0,873588	0,127271	0,012626	0,008485	0,595535	0,596041
16	15,01254	0,602458	0,938284	0,017701	0,001392	0,001106	13,49037	0,386554	0,843148	0,143474	0,016204	0,008967	0,60083	0,603259
17	15,61518	0,602638	0,91854	0,019151	0,00145	0,001127	13,71348	0,223107	0,806675	0,159636	0,016162	0,00939	0,607855	0,611172
18	16,00813	0,392952	0,889341	0,020127	0,000976	0,001118	14,29	0,576524	0,793889	0,176561	0,016925	0,009809	0,613892	0,617748
19	16,40136	0,393223	0,863229	0,021128	0,001001	0,001112	14,48875	0,198748	0,762566	0,192817	0,016256	0,010148	0,629891	0,632255
20	16,82044	0,419085	0,841022	0,022221	0,001093	0,001111	14,60354	0,114791	0,730177	0,208687	0,01587	0,010434	0,643091	0,645556
21	17,03002	0,209576	0,810953	0,022778	0,000557	0,001085	14,71438	0,11084	0,700685	0,22235	0,013664	0,010588	0,663401	0,666552
22	17,42312	0,393108	0,79196	0,023842	0,001064	0,001084	15,29	0,575622	0,695	0,239549	0,017199	0,010889	0,657121	0,660647
23	17,81591	0,392788	0,774605	0,024929	0,001087	0,001084	15,56345	0,273445	0,676672	0,256201	0,016652	0,011139	0,660342	0,664092
24	18,20905	0,393133	0,75871	0,026041	0,001112	0,001085	16,29	0,726556	0,67875	0,274158	0,017957	0,011423	0,646272	0,651311
25	18,62823	0,419188	0,745129	0,027254	0,001213	0,00109	16,37783	0,08783	0,655113	0,292214	0,018057	0,011689	0,654654	0,659638

Dap: diámetro a la altura de pecho; Vol: Volumen; g: área transversal; h: altura; FFH: Factor de forma Hohenad; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual.

Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 54. INCREMENTO DIAMÉTRICO DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

El incremento promedio anual máximo en diámetro (FIGURA 54), ocurrió en el décimo año de crecimiento, el IMA mínimo en DAP se observó en el tercer año de crecimiento, la mayor variación se observó entre el quinto y sexto año de crecimiento. En relación con el DAP y ICA, el aumento máximo se observó en el quinto año de crecimiento y el menor aumento ocurrió en el vigésimo primer año de crecimiento. A partir del quinto año en adelante, el DAP IMA tuvo una tendencia negativa.

El menor incremento en IMA e ICA para la variable DAP en los primeros cuatro años de crecimiento puede estar asociado con la calidad de la plántula que originó este árbol, si fue una plántula de menor calidad, las dificultades de adaptación de la plántula en el campo durante el primer año, pueden haber influido en el crecimiento inicial y, en consecuencia, en el IMA y el ICA de DAP. Teniendo en cuenta esta hipótesis de una plántula de menor calidad, es posible que haya sufrido una mayor competencia de las plantas de malezas por luz y nutrientes.

Otra posibilidad que puede explicar el comportamiento de IMA e ICA en los primeros 4 años de crecimiento, son las probables fallas durante la siembra de la plántula, según indica Korndörfer (2008), cuando las plántulas de *A.*

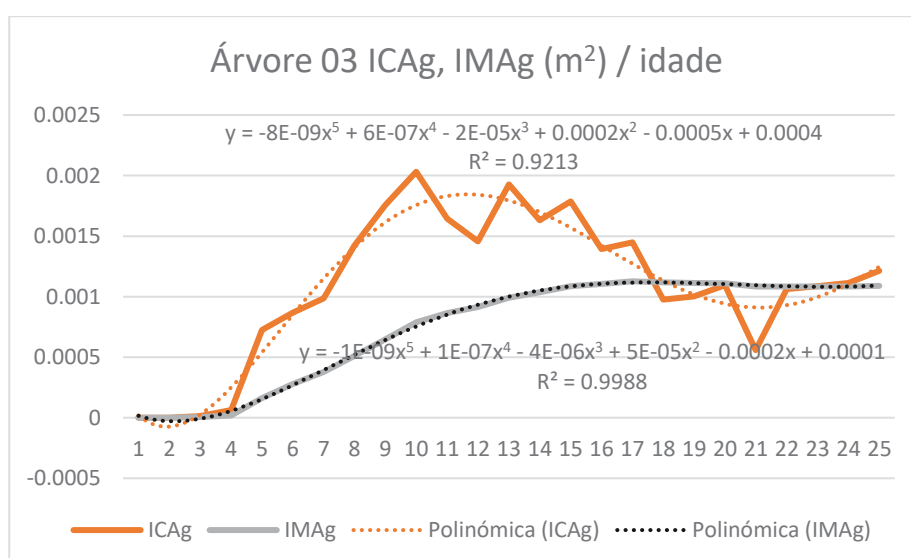
angustifolia, tienen menos espacio inicial para el desarrollo de las raíces tienden a tener una mayor inversión inicial en crecimiento lateral (diámetro).

A partir del quinto año, la reducción en el ICA del DAP, puede haber sido provocada por la competencia con otras plantas, reduciendo el incremento por esta variable. Lo más probable es que la calidad inicial de la plántula, las condiciones de competencia inicial y después de la competencia con otros individuos de la plantación, sumadas a la falta de raleo en el área, llevaron a este árbol a una condición de supresión, reflejando su crecimiento en diámetro y consecuentemente en volumen.

Cuando los datos de DAP y altura para este árbol (DAP = 18,63 cm y altura = 16,38 m), son comparados con el individuo más grande en el área que tenía DAP = 69,9 cm y altura = 31,4 m, es evidente que este árbol tuvo problemas desde su plantación hasta el momento del corte, y que lo más correcto habría sido su corte en un aclareo selectivo que podría haberse realizado en la zona.

En la FIGURA 55, la variable IMA área transversal tiene una tendencia de crecimiento hasta el año 15, luego una estabilización hasta el año 25, mientras que el ICAg la tendencia de incremento es bastante clara hasta el décimo año seguido de una disminución hasta el año 21.

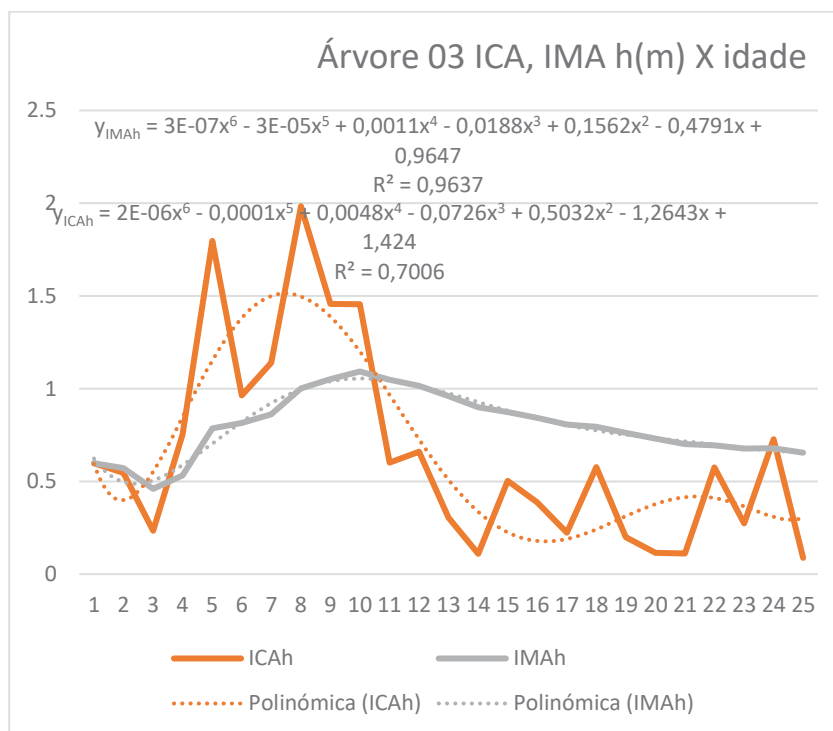
FIGURA 55. INCREMENTO DEL ÁREA TRANSVERSAL DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

En la FIGURA 56, la variable IMA en altura tiene una tendencia de crecimiento hasta el año 10, luego presenta una disminución gradual hasta el año 25, mientras que el ICAg presenta fluctuaciones de incremento hasta el octavo año seguido de una disminución hasta el año 14.

FIGURA 56. INCREMENTO DE LA ALTURA DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ÁRBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.



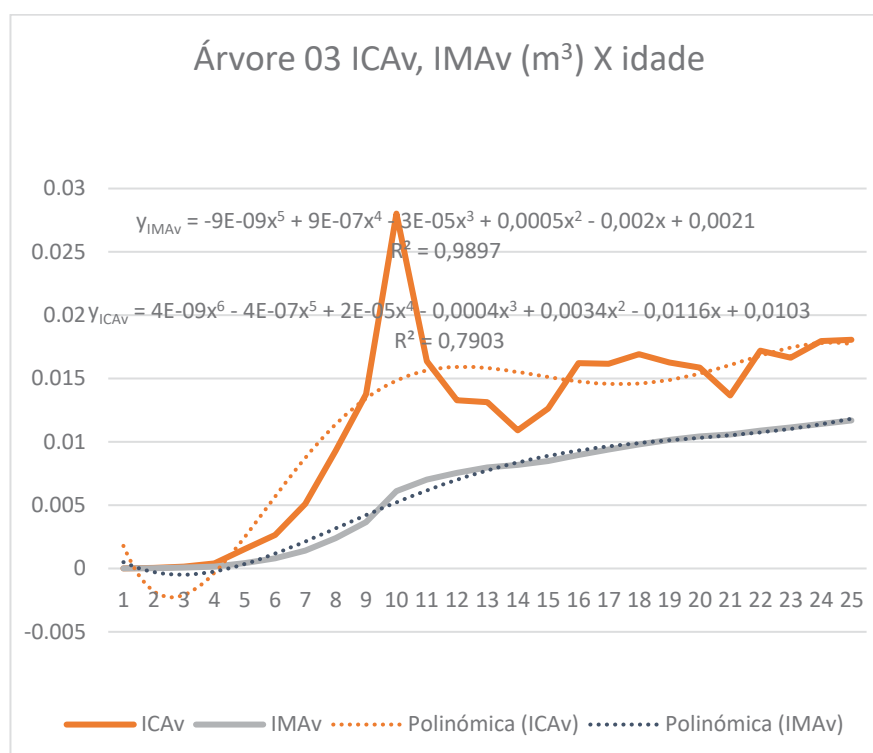
Fuente: Elaboración propia (2020).

El patrón sigmoideal de IMA en volumen de madera en función de la edad se observó en la FIGURA 57, cuyo comportamiento es típico de los árboles, el cual aumenta lentamente en los primeros años de vida del árbol.

Los valores encontrados para el volumen IMA e ICA (FIGURA 57) tuvieron un marcado incremento hasta los 10 años de edad, posiblemente a los raleos al 30% realizados en los años 1999 y 2000. El ICA disminuyó hasta el año 14 y luego tuvo una tendencia positiva hasta los 25 años. En cuanto al IMA, luego de los 10 años se tuvo una tendencia positiva de crecimiento moderada.

Según Andrade *et al.* (2007) los cambios en los incrementos iniciales pueden ocurrir lentamente después del raleo, ya que hay una readaptación del sistema radicular y la arquitectura de la copa de los árboles restantes.

FIGURA 57. INCREMENTO VOLUMETRICO DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.

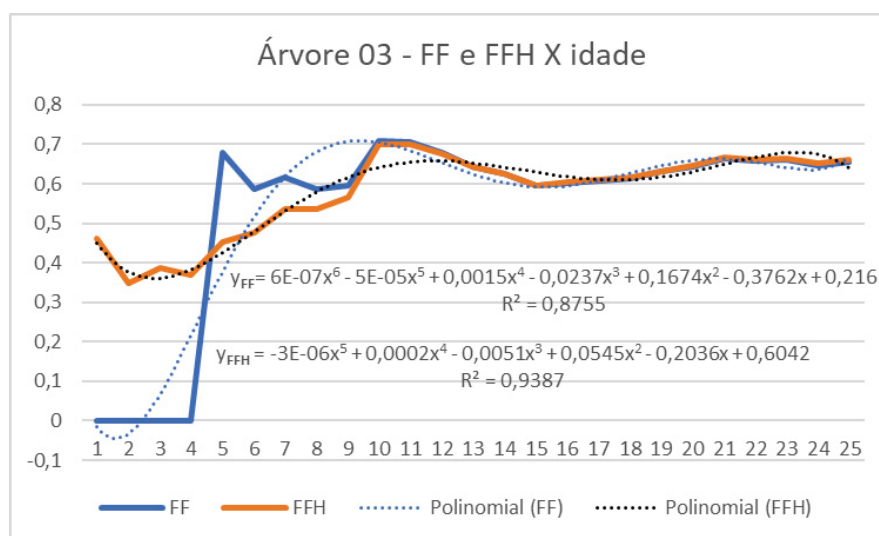


Fuente: Elaboración propia (2020).

En la Figura 58, se presenta la variación del factor de forma por edad, en donde se observa que hay un aumento hasta el año 10, seguido de un pequeño descenso hasta el año 15, seguido de una estabilización. En los primeros años es posible encontrar un factor de forma mayor a 1, ADJUNTO 4, un patrón similar fue observado por Figueiredo *et al.* (2014), en un estudio realizado con *A. angustifolia* en el municipio de Irati, estado de Paraná Brasil, según los autores, esto puede ocurrir porque al inicio de su desarrollo, el volumen de los árboles es mayor que el volumen del cilindro (medido con basado en el diámetro a 1,3 m del suelo - DAP). A partir del séptimo año, el factor de forma comenzó a disminuir, alcanzando su valor más bajo al año 20, aumentando nuevamente, manteniéndose constante hasta la última medición realizada, siguiendo un patrón similar al reportado por Figueiredo *et al.* (2014).

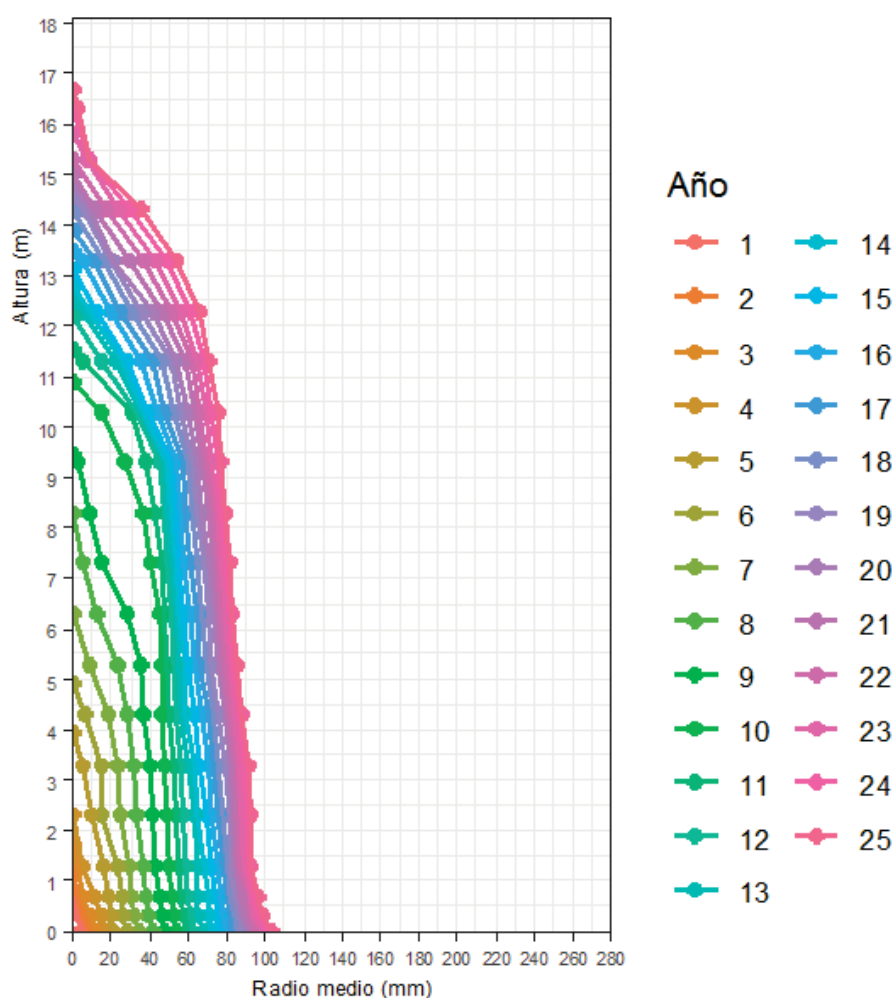
En la FIGURA 59, se observa la variación anual del crecimiento diamétrico conforme varía la altura del árbol 3, obteniéndose el perfil longitudinal de crecimiento, que permitió obtener las variables dendrométricas mostradas en la TABLA 25.

FIGURA 58. FACTOR DE FORMA DEL DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 59. PERFIL LONGITUDINAL DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MENOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 3), OXAPAMPA - PERÚ.



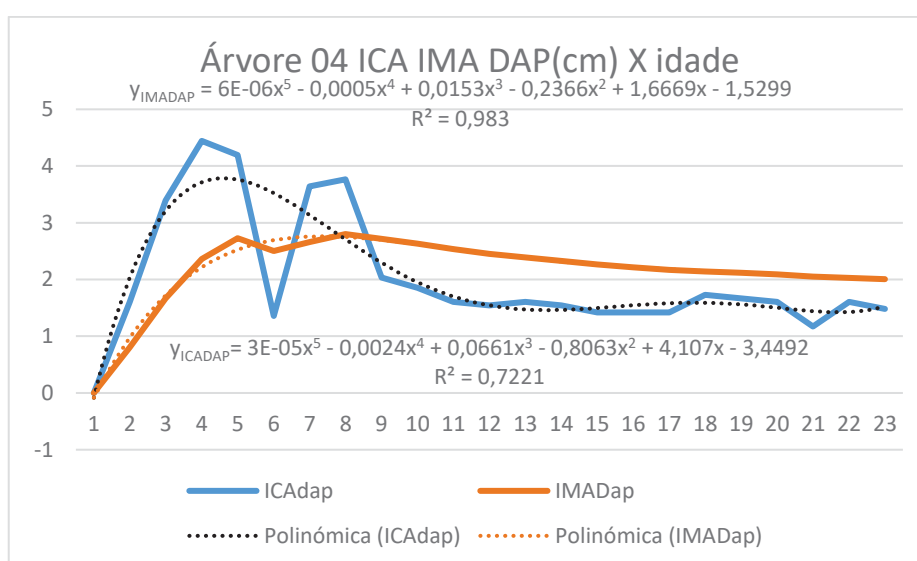
Fuente: Elaboración propia (2020).

4.9.4 Análisis de tronco - Árbol de *A. angustifolia* de la mayor clase diametral

En la TABLA 26 y en las FIGURAS 60 y 63 se observan los incrementos en volumen y diámetro en el árbol 4 respectivamente. En el primero se ven que el incremento corriente anual (ICA) siempre es mayor que el incremento medio anual (IMA), lo que indica que aún no llega a su mejor rendimiento volumétrico, en el segundo a partir de los 6 años tienden a bajar. Por otro lado, en la FIGURA 65 se muestra el perfil longitudinal.

El incremento promedio anual máximo en diámetro FIGURA 60, ocurrió en el octavo año de crecimiento, el IMA mínimo en DAP se observó en el segundo año de crecimiento, la mayor variación se observó en el octavo año. En relación con el DAP ICA, el aumento máximo se observó en el cuarto año de crecimiento y el menor aumento ocurrió en el vigésimo primer año de crecimiento.

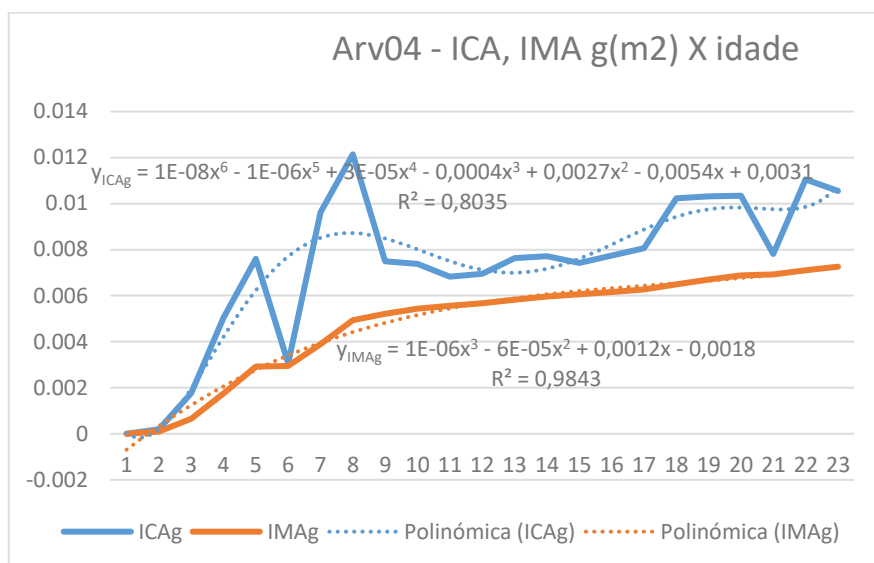
FIGURA 60. INCREMENTO DIAMETRICO DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

A partir del noveno año en adelante, el DAP IMA disminuyó. En cuanto al área transversal FIGURA 61 se encontró el máximo crecimiento hasta el año 8.

Figura 61. INCREMENTO DEL ÁREA TRANSVERSAL DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

TABLA 26. VARIABLES DENDROMÉTRICAS DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ÁRBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.

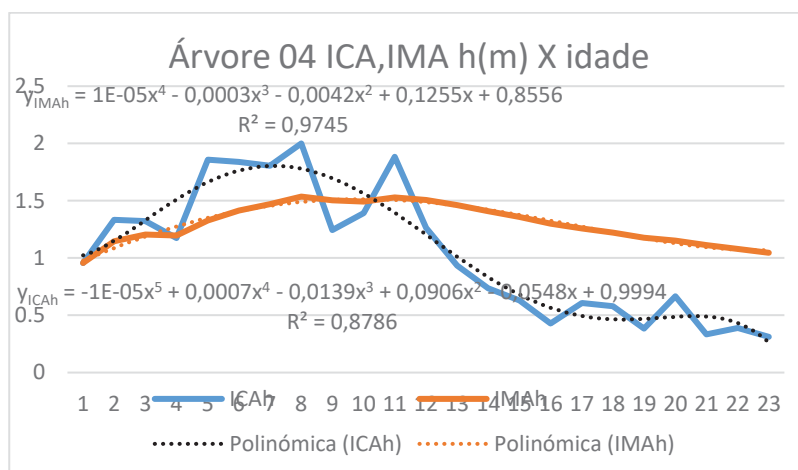
Edad (Años)	DAP cm	ICAdap	IMADap	g m2	ICAg	IMAg	h m	ICAh	IMAh	Volume m3	ICAv	IMAv	FF	FFH
1	0	0	0	0	0	0	1,421582	1,421582	1,421582	0,000208	0,000208	0,000208	0	0,336905
2	1,605393	1,605393	0,802696	0,000202	0,000202	0,000101	1,693369	0,271787	0,846684	0,001772	0,001563	0,000886	0	0,462192
3	5,001725	3,396333	1,667242	0,001965	0,001762	0,000655	3,590337	1,896968	1,196779	0,007142	0,005371	0,002381	0	0,408875
4	9,445128	4,443403	2,361282	0,007007	0,005042	0,001752	5,218389	1,628051	1,304597	0,022201	0,015059	0,00555	0,607201	0,47934
5	13,64191	4,196786	2,728383	0,014616	0,00761	0,002923	6,553668	1,335279	1,310734	0,059526	0,037325	0,011905	0,621411	0,55118
6	14,99996	1,358046	2,499993	0,017671	0,003055	0,002945	8,427733	1,874065	1,404622	0,104555	0,045029	0,017426	0,70204	0,635033
7	18,64146	3,641504	2,663066	0,027293	0,009622	0,003899	10,14356	1,715828	1,44908	0,168437	0,063882	0,024062	0,60841	0,59685
8	22,40748	3,766016	2,800935	0,039434	0,012142	0,004929	11,64494	1,501381	1,455618	0,259702	0,091265	0,032463	0,565538	0,558058
9	24,4442	2,036722	2,716023	0,046929	0,007495	0,005214	13,5205	1,875557	1,502278	0,326086	0,066384	0,036232	0,513923	0,517019
10	26,2961	1,8519	2,62961	0,054309	0,00738	0,005431	14,8889	1,368401	1,48889	0,402149	0,076063	0,040215	0,497339	0,504984
11	27,90121	1,605103	2,536473	0,061141	0,006832	0,005558	16,81427	1,925373	1,52857	0,487614	0,085465	0,044329	0,47431	0,488308
12	29,44424	1,543039	2,453687	0,068091	0,00695	0,005674	18,13047	1,3162	1,510873	0,583238	0,095624	0,048603	0,47244	0,486112
13	31,04931	1,605068	2,388409	0,075717	0,007626	0,005824	19,23168	1,101212	1,47936	0,700267	0,117029	0,053867	0,480897	0,488597
14	32,59222	1,542904	2,328016	0,083429	0,007712	0,005959	19,71338	0,481697	1,408099	0,811915	0,111648	0,057994	0,493664	0,495539
15	34,01228	1,420059	2,267485	0,090858	0,007428	0,006057	20,4272	0,713814	1,361813	0,910045	0,09813	0,06067	0,490335	0,492129
16	35,43133	1,419056	2,214458	0,098597	0,00774	0,006162	20,85394	0,426748	1,303371	1,020438	0,110393	0,063777	0,496288	0,497921
17	36,8516	1,420265	2,167741	0,10666	0,008063	0,006274	21,45272	0,598774	1,261925	1,126732	0,106294	0,066278	0,49242	0,49662
18	38,5797	1,728108	2,143317	0,116898	0,010238	0,006494	21,94919	0,496471	1,219399	1,250791	0,12406	0,069488	0,487482	0,498622
19	40,24623	1,666523	2,118223	0,127216	0,010317	0,006696	22,40683	0,457638	1,179307	1,387915	0,137123	0,073048	0,486903	0,491176
20	41,85129	1,605061	2,092564	0,137565	0,010349	0,006878	23,07622	0,669392	1,153811	1,52754	0,139626	0,076377	0,481194	0,487021
21	43,02396	1,172669	2,04876	0,145382	0,007817	0,006923	23,407	0,33078	1,114619	1,672248	0,144708	0,079631	0,491411	0,497557
22	44,6291	1,605141	2,028595	0,156432	0,01105	0,007111	24,11923	0,712235	1,096329	1,824893	0,152644	0,08295	0,483668	0,490781
23	46,11052	1,481426	2,004805	0,16699	0,010558	0,00726	24,98717	0,867939	1,086399	1,979059	0,154166	0,086046	0,474298	0,48898

Dap: diámetro a la altura de pecho; Vol: Volumen; g: área transversal; h: altura; FF: Factor de forma; FFH: Factor de forma Hohenadi; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual.

Fuente: Elaboración propia (2020).

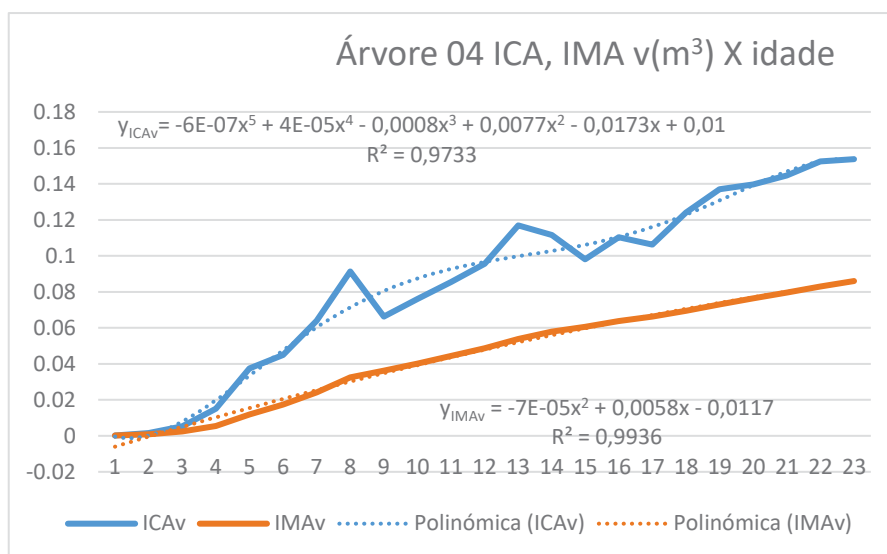
En la FIGURA 64, Se observa que el árbol 4 desde los primeros años tuvo un crecimiento adecuado en diámetro ya que no se encontraron factores de forma mayores a 1, asimismo se destaca su altura FIGURA 62, volumen FIGURA 63 y forma FIGURA 64, que se pueden atribuir a su dominancia. El volumen alcanzado a los 23 años es de aproximadamente 2 m³, aunque no hay un cruce entre las curvas de IMA e ICA, por lo que el turno de corta sería mayor a esta edad. El mayor valor del factor de forma se dio en el sexto año y el valor más bajo el año 8. Del año 9 al 23 las fluctuaciones de los valores son bajas en comparación con los ocho primeros años en que las fluctuaciones son altas.

FIGURA 62. INCREMENTO DE LA ALTURA DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ÁRBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.



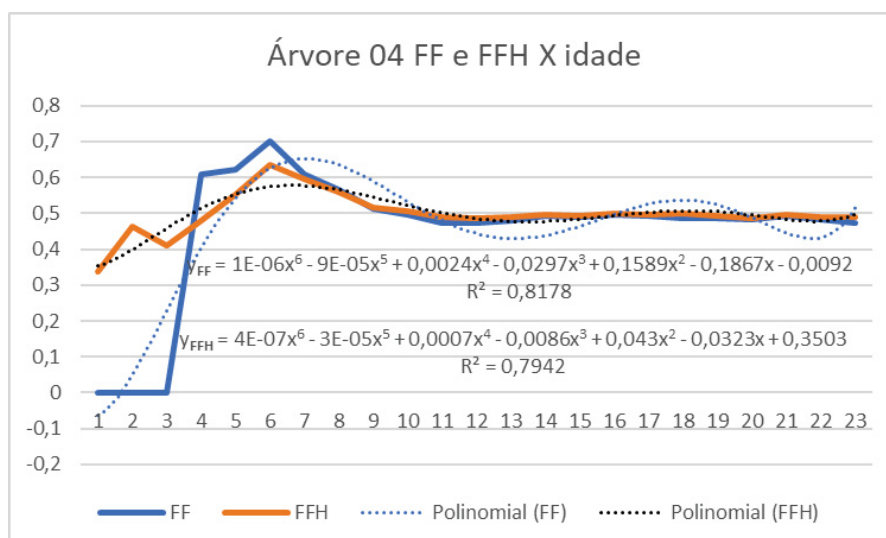
Fuente: Elaboración propia (2020).

FIGURA 63. INCREMENTO VOLUMÉTRICO DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ÁRBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

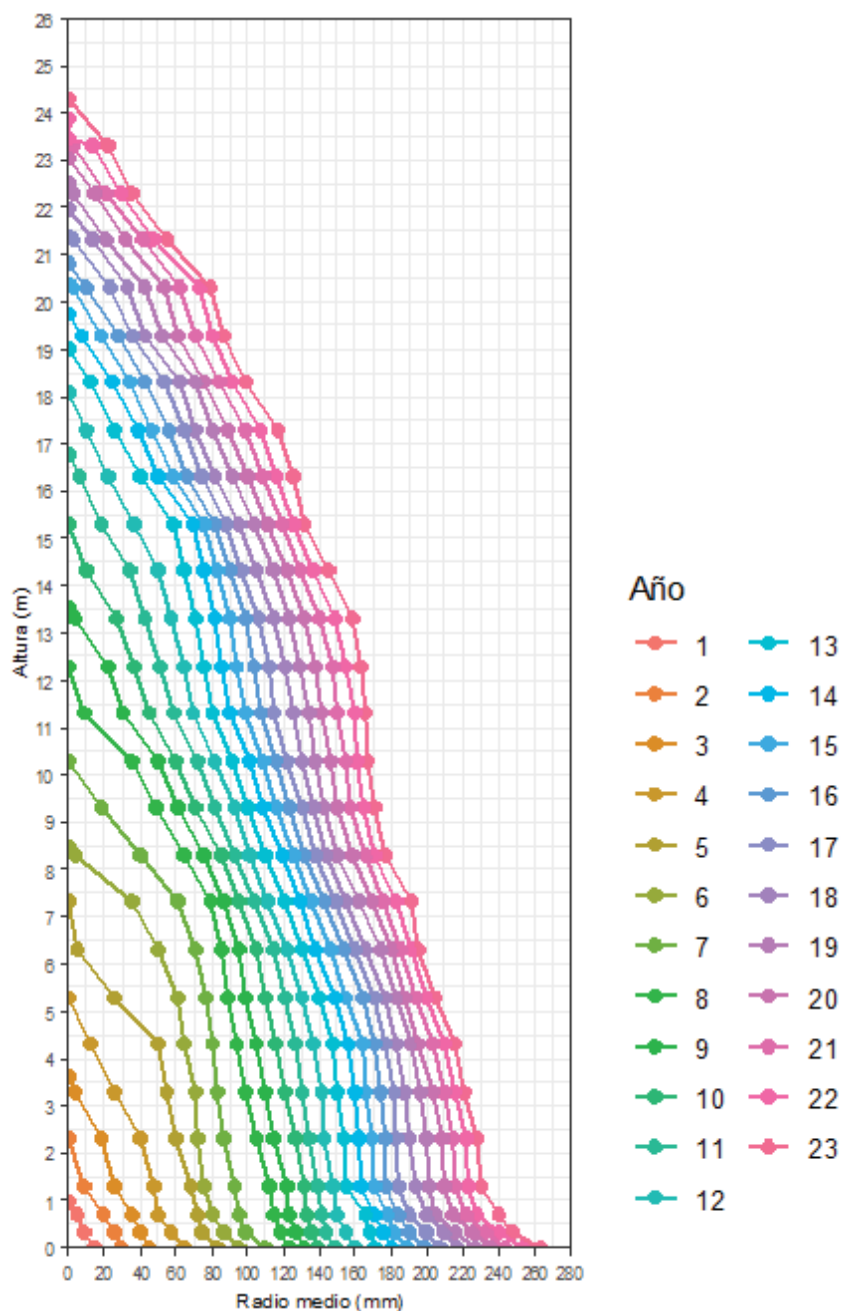
FIGURA 64. FACTOR DE FORMA DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ÁRBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020).

En la FIGURA 65, se observa la variación anual del crecimiento diamétrico conforme varía la altura del árbol 4, obteniéndose el perfil longitudinal de crecimiento, que permitió obtener las variables dendrométricas mostradas en la TABLA 26.

FIGURA 65. PERFIL LONGITUDINAL DEL ÁRBOL DE *A. angustifolia* DE LA MAYOR CLASE DIAMETRAL (ARBOL 4), OXAPAMPA - PERÚ.



Fuente: Elaboración propia (2020)

La edad promedio de la muestra evaluada es de 25,86 años, con IMAs promedios de DAP, altura y volumen fueron 1,69 cm; 1,25 m y 0,02 m³ respectivamente, mientras que los ICAs promedios de DAP, altura y volumen fueron 1,28 cm; 0,85 m y 0,04 m³ respectivamente. Por otro lado, el volumen promedio y el factor de forma promedio fue 0,86 m³ y 0,60, respectivamente.

En comparación con otros estudios a los 7 años, *A. angustifolia* en Oxapampa, tuvo una altura total promedio de 9,88 m, mientras que en un estudio de Koehler (2009) en Paraná – Brasil, fue de 5,20 m. Por otro lado, a los 12 años en el presente estudio se obtuvo un área transversal de 0,033584 m², mientras que en un estudio de Rosot (2001) se obtuvo 0,015218 m². En ambos casos se observa un mayor crecimiento en la muestra de Oxapampa.

5 CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en este trabajo, es posible concluir que:

- ✓ Por los padrones de crecimiento y desarrollo presentados, por la producción sostenida de semillas y alta regeneración natural registradas, la especie *A. angustifolia* está adaptada en Oxapampa, Pasco, Perú.
- ✓ La intensa presencia de regeneración en un número mucho mayor que los individuos adultos permite identificar la viabilidad de la población de *A. angustifolia* en Oxapampa.
- ✓ La producción constante de semillas de la especie *A. angustifolia* se presenta como una fuente de recursos genéticos para preservar la especie.
- ✓ La precipitación y la temperatura influyen en la producción de semillas de *A. angustifolia* en Oxapampa. Siendo que el período de producción de semillas coincidió con el período de menor precipitación y temperatura.
- ✓ El pico de producción de semillas en Oxapampa se da en febrero que coincide con la mayor precipitación, el mes de mayo es el de menor producción de semillas coincide con la menor precipitación.
- ✓ El volumen por hectárea encontrado en Oxapampa es superior al volumen citado en algunos trabajos en plantaciones de *A. angustifolia* en Brasil.
- ✓ *angustifolia*, tiene altos niveles de crecimiento en Oxapampa y por su potencial económico presenta condiciones para ser incluida en los programas de reforestación con fines maderables.
- ✓ La correlación existente del índice de salencia con el índice de abragencia, estadísticamente no son diferentes entre la plantación de Oxapampa en

Perú y la de Rio Grande do Sul en Brasil. Por lo que se puede afirmar que estos índices son similares en ambas procedencias.

- ✓ Las procedencias de *A. angustifolia* de la plantación de Oxapampa en Perú y la de Rio Grande do Sul en Brasil, manifiestan su alto grado de asociación, se puede decir que hay alta correlación, en términos de magnitud y tendencia.
- ✓ La observación en los árboles de cuerpos fructíferos de hongos e indicios de insectos indica que son los factores que pueden provocar su muerte.
- ✓ La temperatura constante de Oxapampa, probablemente es la causa que no se formen anillos de crecimiento o que se produzcan anillos falsos, lo que hace que el recuento sea inexacto.
- ✓ El incremento actual anual volumétrico (ICAv) es siempre mayor que el incremento anual promedio volumétrico (IMAv), lo que indica que todavía la plantación no está en turno óptimo de corta.

6 RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar análisis morfométricos periódicos de *A. angustifolia* en Oxapampa
- ✓ Determinar el espacio vital de la especie considerando diferentes espaciamientos.
- ✓ Realizar estudios ecológicos y genéticos de *A. angustifolia* en Oxapampa, para seleccionar arboles semilleros que permitan propagar la especie atendiendo a su adaptabilidad y a los usos de esta.
- ✓ Hacer estudios para evaluar el potencial de la madera de rebrote así como el manejo de estos.
- ✓ Realizar estudios para el manejo de la regeneración con fines de propagación la especie,
- ✓ Tomar información de periodos mayores a dos años para confirmar la fenología de la especie en Perú.
- ✓ Realizar estudios específicos para determinar los factores que no permiten visualizar claramente los anillos de crecimiento.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, N. Identificación de enfermedades en las especies forestales producidas en la Unidad de Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales – UNLP. 2018. Consultado el 12/06/2019, disponible en https://pdfs.semanticscholar.org/2d5c/fcaea93eb3e6b899394619d124fe001158db.pdf?_ga=2.146230583.268692388.1581737981-1992633832.1571105091

ACOSTA, N.; MURACE, M.; APREA, A. **Diagnóstico de enfermedades en vivero forestal: resultados preliminares**. 2008. Consultado el 12/06/2019 y disponible en https://www.researchgate.net/publication/242618995_DIAGNOSTICO_DE_ENFERMEDADES_EN_VIVERO_FORESTAL_RESULTADOS_PRELIMINARES.

ARNONI, E.; FELIPE HESS, A.; GUIMARÃES, C. **Estructura y crecimiento de los bosques de *Araucaria angustifolia* en el sur de Brasil**, BOSQUE 38(2): 229-236, 2017, Crecimiento de los árboles individuales en el sur de Brasil, 2017, consultado el 27/11/2020, disponible en https://www.google.com/search?q=regeneracao+araucaria+angustifolia&rlz=1C1SQJL_esPE925PE925&ei=WlnBX5fUHu3W5OUPtZuD2AM&start=20&sa=N&ved=2ahUKEwiX4OqP7qPtAhVtK7kGHbXNADs4ChDy0wN6BAgFEDs&biw=1536&bih=722

AMARANTE, C.; TALAMINI, C. V.; MOTA, S.; MEGGUER, C. A.; IDE, G. M. Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. *Ciência Rural*, v. 37, n. 2, p. 346-351, 2007.

ALEGRE, J. PhD Profesor principal Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Departamento de suelos, Investigador CONCYTEC Rencyc N° P0000237, **Entrevista personal**. 21/03/2020.

ALVES, U.; BRUNO, A.; OLIVEIRA, P.; ALVES, U.; ALVES, U.; PAULA, C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia*

Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.877-885, 2005.

ANDRADE, C.; GUIMARÃES, C.; THOMAS, C. SCHNEIDER, P. Variação do incremento anual ao longo do fuste de pinus taeda L. em diferentes idades e densidades populacionais *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 239-246, jul-set, 2007 Consultado el 27/11/2020 Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/27790657_Variacao_do_incremento_anual_ao_longo_do_fuste_de Pinus taeda L em diferentes idades e densidades populacionais](https://www.researchgate.net/publication/27790657_Variacao_do_incremento_anual_ao_longo_do_fuste_de_Pinus_taeda_L_em_diferentes_idades_e_densidades_populacionais)

ARIAS, D. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales, **Kurú: Revista Forestal** (Costa Rica) v. 2 n.5, p. 13, 2005.

ARNONI, E.; HESS, A.; GUIMARÃES, C. Estructura y crecimiento de los bosques de *Araucaria angustifolia* en el sur de Brasil. **Bosque (Valdivia)**, 38(2), 229-236, 2017. Consultado el 24/03/2020 y disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002017000200001>

AUER, G. Doenças registradas em *Araucaria angustifolia* e *Pinus* spp. nos estados do Paraná e de Santa Catarina. Pesquisa em andamento. **EMBRAPA** Nº 31, ago./97, pp.1-3, 1997.

AVILA, A. MACHADO, M. LONGHI S. SCHNEIDER R. CARVALHO J. Estrutura populacional e regeneração de espécies arbóreas na floresta nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 825-838, jul.-set., 2016 , Consultado el 2/12/2020 Disponible en <https://www.scielo.br/pdf/cflo/v26n3/0103-9954-cflo-26-03-00825>

BORTONCELLO, V.; MARTINEZ, J.; PRESTES, N. **Predação de pinhões em área natural protegida. III Seminário Sul-brasileiro sobre a sustentabilidade da araucária.** 2018. Consultado el 12/10/2019 y disponible en https://www.upf.br/uploads/Conteudo/araucaria/anais-araucaria-2.pdf?fbclid=IwAR0V0nwcTFafF7fcQk7IliQg98OpKk_Ka_xM25kp-GXQwoKd8crzou27TA

CAMARGO, S. Sementes de araucária bichadas por papagaios germinam melhor. Conexión planeta, 2016, Consultado el 20/11/2020 disponible en <https://conexaoplaneta.com.br/blog/sementes-de-araucaria-bichadas-por-papagaios-germinam-melhor/#fechar>

CÁRDENAS, M.; WILSON, O.; SCHORN, L.; MAYLE F.; IRIARTE, J. A quantitative study of modern pollen–vegetation relationships in southern Brazil's Araucaria forest, Review of Palaeobotany and Palynology 265 (2019) 27–40 , 2019

CARNEIRO, A. **Armazenamento de sementes florestais**. Curitiba: DSM/UFPr, 1985. 40p.

CARVALHO, N.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

CASTRO, R.; DUTRA, S. Influência do tamanho das sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) cv. Cunningham na germinação e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.88-90, 1997.

CATIE, J. **Recolección y manejo de semillas forestales antes del procesamiento. Costa Rica**. 1991. Consultado el 16/09/2019 y disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=cpYOAQAIAAJ&pg=PA27&lpg=PA27&dq=tipo+de+coleccion+de+semillas+aereas&source=bl&ots=pLWb8QVylT&sig=ACfU3U0y7wmpVkQhsD4oDox6EC9LVz5VIA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixu5yu0NLnAhXQILkGHfVnBwIQ6AEwDXoECAkQAQ#v=onepage&q=tipo%20de%20coleccion%20de%20semillas%20aereas&f=false>

CIFOR. **Las plantaciones forestales en Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro**. CIFOR. 2017. Consultado el 21/11/2019 y disponible en http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-169.pdf

CLAIR, T.; ADAMS, T. Effects of seed weight and rate of emergence on early growth of open-pollinated Douglas-fir families. **Forest Science**, v.37, n.4, p.987-997, 1991.

CLIMATE-DATA ORG, consultado el 14/12/2020, disponible en: <https://es.climate-data.org/>

CORDEIRO, J.; RODRIGUES, A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila mista em Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.545-554, 2007.

CORRÊA, S. Dinâmica da regeneração natural em um remanescente de floresta ombrófila mista no Planalto Sul de Santa Catarina, tesis de maestria, Universidade Regional de Blumenau, Brasil, 2018.

CURTO, R.; BRAZ, E.; MATTOS, P.; NETTO, S. Critérios para o manejo de plantios de araucária para a produção madeireira, Embrapa Florestas, 2017, consultado el 14/12/2020 disponible en <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1071158/1/AraucariaCapitulo5.pdf>

CURTO, R.; BRAZ, E.; MATTOS, P.; ZACHOW, R.; NETTO, S. Caracterização da estrutura e desenvolvimento de modelos para quantificação do potencial madeireiro em povoamento não manejado de *Araucaria angustifolia*, 2014, consultado el 14/12/2020, disponible en https://www.researchgate.net/publication/276386348_Caracterizacao_da_strutura_e_desenvolvimento_de_modelos_para_quantificacao_do_potencial_madeireiro_em_povoamento_nao_manejado_de_Araucaria_angustifolia

DA COSTA, F.; BARTOLOMEU, D.; LEIVAS, C.; ALBERTI, A.; GODOY, R.; WASZCZYNSKYJ, N. Caracterização de sementes de pinhão (*Araucaria angustifolia*) de diferentes procedências, do Estado do Paraná, Separatas, **EMBRAPA forestry**, pag.4., 2011.

DA SILVA, F.; FORTES, F.; RIVA, D.; SCHORR, L. **Caracterização de índices morfométricos para *Araucaria angustifolia* plantada na Região Norte do Rio Grande do Sul**, 2017.

DANNER, M.; ZANETTE, F.; ZANETTI, J. O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. Pesquisa florestal. brasileira, **Colombo**, v. 32, n. 72, p. 2012. 441-451. 2012. Consultado el 15/03/2020 y disponible en <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74852/1/PFB-Cultivo.pdf>.

DE CASTRO A. ; DA CUNHA J. Anatro Livre: Manual de Utilização, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 19p,2009, consultado el 26/11/2020 disponible en: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/658948/1/LI052009.pdf>

DE MEDINA, F. **Forestales Argentinas**. Instituto de Investigaciones de Control Biológico INCOBI, Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Santiago del Estero p. 186, 190 pp ,1991.

DI MARCO, E. *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. (familia Araucariaceae). Ficha Técnica. **Revista Producción** 2(4): 48-49, 2012. Consultado el 18/03/2020 y disponible en https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/archivos/revista-produccion-forestal/04.pdf

DOBNER, M. **Estratégias de manejo para plantios de Araucária: uma abordagem prática III SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE A SUSTENTABILIDADE DA ARAUCÁRIA**. pp. 268, 2018. Consultado el 23/06/2020 y disponible en <https://www.upf.br/araucaria/download>

DUARTE, S.; DILLENBURG, R. Ecophysiological responses of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) seedlings to different irradiance levels. **Australian Journal of Botany**. 2000. Consultado el 12/11/2019 y disponible en <https://www.publish.csiro.au/BT/BT98046>

DUARTE, S.; DILLENBURG, R.; ROSA, G. Assessing the role of light availability in the regeneration of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Australian Journal of Botany**, 50(6): 741-751. 2002. Consultado el 15/03/2020 y disponible en <https://scihub.tw/https://doi.org/10.1071/BT02027?fbclid=IwAR1qrGvILqfB1CT9LXarQronZUY894rZzh-UhrMCrsm3qedqjkhWBVeNuc4>

DURLO, A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 11, n. 1, p. 141 – 150. 2001. Consultado el 17/03/2020 y disponible en <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/501/387>

DURLO, M.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundaria nativa do Rio Grande do Sul, **Ciência Florestal, Santa Maria**, v.8, n.1, p. 55-66. P. 57, 1998.

FIGUEIREDO A., VALERIO S. FELDE J. , NOGUEIRA A. Dinâmica do afilamento do tronco e da produção de madeira em plantios de *Araucaria angustifolia*, CERNE | v. 20 n. 4 | p. 595-603 | 2014 , Consultado el 30/11/2020 Disponible en <https://www.scielo.br/pdf/cerne/v20n4/v20n4a13.pdf>

FIGUEIREDO FILHO, A.; ORELLANA, E.; NASCIMENTO, F.; NOGUEIRA, A.; TAKAO, M. Produção de sementes de *Araucaria angustifolia* em plantio e em floresta natural no centro-sul do estado do Paraná. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 155-162, jan./mar, Pág. 157, 2011.

FONTANA, C.; OLMEDO, G.; OLIVEIRA, J. **Dendrocronologia de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) no Parque Municipal do Vale do Rio do Peixe, Joaçaba, Santa Catarina**. III Seminário sul-brasileiro sobre a sustentabilidade da Araucária. 2018. Consultado el 12/06/2019 y disponible en https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/seminarioaraucaria/sustentabilidade-da-araucaria.pdf

FRAZÃO, D.; COSTA, J.; CORAL, F.; AZEVEDO, J.; FIGUEIREDO, F. C. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Revista de Agricultura**, v.60, n.1, p.2-16, 1985.

GASPARIN, E.; AIMI, S.; LIMA, M.; GULLICH, A.; WEIRICH, R. **Produção de sementes e mudas para o plantio de araucária. III SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE A SUSTENTABILIDADE DA ARAUCÁRIA**. 2018. Consultado el 20/04/2020 y disponible en https://www.upf.br/uploads/Conteudo/araucaria/anaais-araucaria-2.pdf?fbclid=IwAR0V0nwcTFafF7fcQk7IliQg98OpKk_Ka_xM25kp-GXQwoKd8crzou27TA

GERALDI, E.; KOEHLER, B.; KAUANO, E. Levantamento Fitossociológico de dois fragmentos da Floresta Ombrófila Mista, em Tijucas do Sul, PR. **Revista Acadêmica de Curitiba**, v.3, n.2, p.27-36, 2005.

GIRALDO, A. Dendrocronología en el trópico: aplicaciones actuales y potenciales. **Colombia Forestal**, vol. 14, pp. 97-111, 2011. Consultado el 20/06/2020 y disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939614009.pdf>

GOLFARI, L. Exigencias climáticas de las coníferas tropicales y subtropicales. **Unasylva** N°17 (1), 1963.

GRAY, D.; STECKEL, A.; WARD, A. The effect of cultivar and cultural factors on embryosac volume and seed weight in carrot (*Daucus carota* L.). **Annals of Botany**, v.58, n.5, p.737- 744, 1986.

GRISSINO-MAYER, D. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program Cofecha. **Tree-ring Research**, 57(2): 205– 221, 2001.

GUERRA, P.; SILVEIRA, V.; REIS, S.; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L.; LINO, F. (Org.). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2002. p. 85-101.

GUTIÉRREZ, E. La dendrocronología: métodos y aplicaciones. En “**Arqueologia nautica mediterrània**”. Nieto i M.A. Cau (eds.). Monografies del CASC. Generalitat de Catalunya. pp. 309-322, 2009. Consultado el 12/06/2019 y disponible en https://www.researchgate.net/publication/228769173_La_dendrocronologia_me_todos_y_aplicaciones

HESS, A.; LOIOLA, T.; DE SOUZA, I.; NASCIMENTO, B. Morfometría de la copa de *Araucaria angustifolia* en sitios naturales en el sur de Brasil. **BOSQUE**. 37(3): pp. 603-611, p. 603-604, 2016.

HOULE, G.; FILION, L. Interannual variations in the seed production of *Pinus banksiana* at the limit of the species distribution in Northern Quebec, Canada. **American Journal of Botany** 80:1242-1250, 1993.

HUECK, K. Distribuição e habitat natural do pinheiro-do-parana (*Araucaria angustifolia*): contribuicoes para a pesquisa fitossociológica paulista. pp 24, 1953. Consultado el 15/04/2020 y disponible en <http://www.revistas.usp.br/bolfflchsb/article/view/58397/61394>

IFONA. **Fichas Técnicas de Especies Nativas e Implantadas de Argentina**. Buenos Aires, Argentina. 2004. Consultado el 18/03/2020 y disponible en <http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/biblioteca-forestal/fichas-tecnicas-de-especies-nativas-e-implantadas-de-argentina.pdf>

JARENKOW, A. **Composição florística e estrutura da Mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul**. 1985. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1985.

JOST, F. **Propiedades físico-mecánicas de la *Araucaria angustifolia* proveniente de plantaciones de Oxapampa**. 2006. 159 p. Tesis para optar por

el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 2006.

KOEHLER, A. **Modelagem biométrica e morfometria em povoamentos jovens de *Araucaria angustifolia* (bert.) Ktze., em Tijucas do Sul, estado do Paraná.** (Tesis doctoral, Universidade Federal do Paraná). 2009. Consultado el 20/06/2020 y disponible en <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/21811/Tese%20full.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KOHLER S. Evolução do afilamento do tronco e do sortimento em plantios de pinus taeda nos estados do paraná e Santa Catarina, tesis de maestria, Universidad Federal de Parana, 2013, Consultado el 30/11/2020 Disponible en <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/31867/R%20-%20D%20-%20SINTIA%20VALERIO%20KOHLER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KORND RFER, C. M SENA, M. DILLEBIRG, L. Initial growth of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) under equal soil volumes but contrasting rooting depths, *Trees* (2008) 22:835–841, 2008, Consultado el 28/11/2020 Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-008-0244-5>

KRUPEK, R.; RIBEIRO, V. Biometria e Germina o de Sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze Provenientes de um Remanescente Florestal do Município de Turvo (PR) **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.12 n  1, Jan/Jun p.81, 82, 2010.

LAHARRAGUE, P. *Araucaria angustifolia*. **Species description in the Tropical Tree Seed Manual**. 2003. Consultado el 26/07/2020 y disponible en <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726>.

LA TORRE, F.; ALARCON, P.; FASSOLA, H. Distribución temporal y espacial del polen de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) en Misiones, Argentina **Bol. Soc. Argent. Bot.** 48 (3-4): 453-464. 2013.

LATORRE, F.; ROTUNDO, C.; ABUD, L.; FASSOLA, H. **Efecto del clima en la reproducción del pino Paraná (*Araucaria angustifolia*). Pautas para el manejo de esta especie en peligro crítico de extinción. XIII Jornadas técnicas forestales y ambientales 2019, Eldorado – Misiones. 2019.** Consultado el 19/05/2020 y disponible en <https://www.jotefa.com/storage/actas/2019/Actas%20JOTEFa%202019.pdf>

LIMA, M. **Análise do banco de sementes no solo e da regeneração natural de um fragmento florestal com *Araucaria angustifolia* (bert.) O. Ktze., no estado do Paraná.** 1996. Consultado el 21/06/2020 y disponible en <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26688/D%20-%20SOUZA%2c%20MARCELO%20LIMA%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LUNA, C.; FONTANA, M. Estado de los bosques de *Araucaria angustifolia*, **Revista Estudios Ambientales, especie nativa en peligro.** Vol. 5 N°2, p. 83. 2017. Consultado el 20/07/2020 y disponible en <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/33/3315005/html/index.html>

MAGyP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). **Dirección de Producción Forestal, Sanidad Forestal.** Argentina, 3p. 2020. Consultado el 25/06/2020 y disponible en http://forestaindustria.magyp.gob.ar/archivos/sanidad-forestal/plagas_latifoliadas.pdf

MALLEUX, J. Morfometría. **Revista Forestal del Perú.** Volumen 4 (1-2):1-5. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional Agraria La Molina. 1970.

MANTOVANI, A.; COSTA, N. **Situação atual e conservação das Florestas com Araucária, III SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE A SUSTENTABILIDADE DA ARAUCÁRIA.** Pp. 268, 2018. Consultado el 12/03/2020 y disponible en <https://www.upf.br/araucaria/download>

MANTOVANI, A.; MORELLATO, P.; DOS REIS, M. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasil. Bot.**, V.27, n.4, p.787-796, out.-dez. P. 791, 2004.

MARCHESINI, V.; SALA, O.; AUSTIN, A. Ecological consequences of a massive flowering event of bamboo (*Chusquea culeou*) in a temperate forest of Patagonia, Argentina. **Journal of Vegetation Science**, Washington v.40, p.424-432, 2009.

MARTINS, R. **Estrutura de uma Floresta Mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1993. 246 p.

MATTEI, V.; STOEHR, G.; MALINOVSKI, J. Características morfológicas e profundidade de sementeira de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. **Revista Floresta**, v. 10, n. 2, Pag. 49, 1979.

MATTOS, R. **O pinheiro brasileiro**. São Paulo: Grêmio Politécnico, 620 p. 1972.

MATTOS, R. **O Pinheiro Brasileiro**. 2a ed. Artes Gráficas Princesa Ltda, Lages, v.1. 1994.

MEDINA, L.; DE LACERDA, B.; SEBBENN, M.; RIBEIRO, Z.; SOCCOL, R.; BITTENCOURT, M. **Using Genetic Diversity and Mating System Parameters Estimated from Genetic Markers to Determine Strategies for the Conservation of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae)**. Conserv Genet DOI 10.1007/s10592-015-0793-2, Springer Science+Business Media Dordrecht p9, 2016. consultado el 14/12/2020, disponible en https://www.researchgate.net/publication/284228135_Using_genetic_diversity_and_mating_system_parameters_estimated_from_genetic_markers_to_determine_strategies_for_the_conservation_of_Araucaria_angustifolia_Bert_O_Kuntze_Araucariaceae

MEDINA, M.; PÉREZ, M.; RITTER, L.; PINAZO, M.; ARTURI, M. **Árboles debajo de plantaciones de *Araucaria angustifolia*: un enfoque de dispersión a través clasificación del tamaño de la semilla**. III SEMINÁRIO SUL-

BRASILEIRO SOBRE A SUSTENTABILIDADE DA ARAUCÁRIA. 2018. Consultado el 18/06/2020 y disponible en https://www.upf.br/uploads/Conteudo/araucaria/anais-araucaria-2.pdf?fbclid=IwAR0V0nwcTFafF7fcQk7IliQg98OpKk_Ka_xM25kp-GXQwoKd8crzou27TA

MELANDRI, J; DEZZEO, N; ESPINOZA DE PERNÍA, N. (2007). Growth ring periodicity in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from a Mérida State plantation, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 51(1) 2007, pp. 57-66. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/24466/articulo6.pdf;jsessionid=80C1947EBA526E5A9AF9F20EAF91B6DE?sequence=2>

MINAGRI. **Reforestación en el Perú.** 2019. Consultado el 12/06/2020 y disponible en <https://www.minagri.gob.pe/portal/462-semana-nacional-forestal/9829-reforestacion-en-el-peru>

MINCETUR. **Reporte Comercial de Productos Madera.** 2018. Consultado el 12/04/2020 y disponible en https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/exportaciones/Reporte_Comercial_Productos_Forestales.pdf.

MONTEIRO, E. Dispersão e predação de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*), 2019. Consultado 20/11/2020 disponible en https://www.researchgate.net/publication/310828471_Dispersao_e_predacao_d_e_sementes_da_araucaria_Araucaria_angustifolia_Dispersal_and_predation_of_the_Brazilian_pine_ARAUCARIA_ANGUSTIFOLIA_seeds

MOSCOVICH, F.; DUMMEL, C.; PINAZO, M.; KNEBEL, O.; ALCARAZ, R. Caracterización fitosociológica de una porción de bosque nativo misionero secundario, con intervención antrópica. **Quebracho - Revista de Ciencias Forestales**, 18(1-2), 24-36, 2010. ISSN: 0328-0543. Consultado el 12/01/2020 y disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/481/48118695003.pdf>

NASCIMENTO, T.; LONGHI, J.; BRENA, A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.105-119, 2001.

NEGRELLE, B.; SILVA, C. Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no município de Caçador-SC. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.24-25, p.37-54, 1992.

NORDEN, N. Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales Colombia Forestal Vol. 17(2) 247 - 261/ julio - diciembre, 2014

NOVAK, K. Características de los anillos de crecimiento de *Pinus halepensis* en el mediterráneo. Universidad de Alicante, Tesis doctoral, 2017, Consultado el 25/11/2020. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/69853/1/tesis_klemen_novak.pdf.

OLGUIN, F.; MORETTI, A.; PINAZO, M.; GRACIANO, C. Morpho-physiological acclimation to canopy coverage of *Araucaria angustifolia* during the establishment in the Atlantic Forest, Argentina. **Bosque (Valdivia)**, 40(3): 323-333, 2019. Consultado el 18/06/2020 y disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002019000300323>

ONERN. Oficina Nacional De Evaluación De Recursos Naturales Mapa Ecológico del Perú Guía Explicativa 274 pp 1976

PALUDO, G.; MANTOVANI, A.; REIS, M. Regeneração de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Árvore** 35(5): 1107-1119, 2011. Consultado el 19/02/2020 y disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622011000600017&script=sci_arttext

PEREIRA, C.; FREITAS, S.; MELO, B.; FRANZÃO, A.; PEREIRA, P.; SANTANA, G.; LUZ, Q.; MARTINS, M. Influência do tamanho de sementes na qualidade de

mudas de tamarindeiro. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 73-79, Oct./Dec. 2008.

PITCHER, J. **Recursos genéticos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, en el Brasil.** 1973. Consultado el 19/03/2020 y disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/e4209s/e4209s10.htm>.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** 2. ed. Brasília: ABRATES, 1985. 298p.

QUISPE, A. **Análisis del reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y sistemas agroforestales.** 2015. Consultado el 19/03/2020 y disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=s0XMr3MVwmk>

QUISPE, F.; BERNAL, R.; BAUTISTA, M.; QUISOE, J.; HURTADO, A.; CÓRDOVA, I. 2017. Influencia de sistemas forestales sobre los suelos en selva alta Oxapampa, Pasco, Perú, **Revista Cubana de Ciencias Forestales**, enero – marzo. Vol. 5(1):33-48 p.40, 2017.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. Consultado el 14/06/2020 y disponible en <https://www.R-project.org/>.

RETAMOSO, M. Manual del Reforestador Oxapampino. **Pro Naturaleza**, 2009. Consultado el 19/03/2020 y disponible en <https://documentoskoha.s3-us-west-2.amazonaws.com/14169.pdf>

RIAÑO, O.; LIZARAZO, I. Estimación del volumen de madera en árboles mediante polinomio único de ahusamiento. **Colombia Forestal**, 20(1):55-62, 2017. Consultado el 12/03/2020 y disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v20n1/v20n1a05.pdf>

RICKEN, P.; HESS, A. F.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; NAKAJIMA, N. Y.; HOSOKAWA, R. T. Morfometría de *Araucaria angustifolia* em diferentes altitudes no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal**, V40 Brasileira. 11 p 2020.

RODRÍGUEZ, A.; ARTURI, M.; GOYA, J. **Modelado del crecimiento de bosques mixtos aplicado a plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze con regeneración natural de especies arbóreas nativas en el NE de misiones.** 2019. Consultado el 24/06/2020 y disponible en <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/6713>

ROJAS-BADILLA, M; ÁLVAREZ, C; VELÁSQUEZ-ÁLVAREZ, G; HADAD, M LE QUESNE, C; CHRISTIE, DA. (2017). Anomalías anatómicas en anillos de crecimiento anuales de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic.-Serm. et Bizzarri en el norte de su rango de distribución. *Gayana Bot.* 74(2): 269-281. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/gbot/v74n2/0717-6643-gbot-74-02-00269.pdf>

ROGER, L. El cultivo del pino de Paraná. **Unasyuva** - Vol. 8, No. 1. 1954. Consultado el 21/07/2020 y disponible en <http://www.fao.org/3/x5370s/x5370s00.htm#Contents> 1954

ROMERO, J. **Caracterización dendroecológica, anatómica y física de la madera juvenil de *Araucaria angustifolia* proveniente de Oxapampa.** Tesis para optar por el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 2019. Consultado el 12/07/2020 y disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4293/romero-carranza-jordan-cristopher.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROSOT, M.; DISPERATI, A.; FIGUEIREDO, A. Medição da área de anéis de crescimento usando imagens digitais. **Revista Árvore**, 25(1): 79-88, 2001. Consultado el 22/09/2019 y disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=nHiaAAAAIAAJ&pg=PA85&lpg=PA85&dq=Revista+%C3%81rvore,+25\(1\):+7988&source=bl&ots=POGf_UqINF&sig=ACfU3U1V_Z1vtJ8XsUL0PKLbXciTjyErA&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiWj4jlqs7kAhUEvIkKHaiVC68Q6AEwDHoECAkQAQ](https://books.google.com.pe/books?id=nHiaAAAAIAAJ&pg=PA85&lpg=PA85&dq=Revista+%C3%81rvore,+25(1):+7988&source=bl&ots=POGf_UqINF&sig=ACfU3U1V_Z1vtJ8XsUL0PKLbXciTjyErA&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiWj4jlqs7kAhUEvIkKHaiVC68Q6AEwDHoECAkQAQ)

#v=onepage&q=Revista%20%C3%81rvore%2C%2025(1)%3A%2079-88&f=false

ROSOT, M. **Processamento digital de imagens aplicado à medição de anéis de crescimento na análise de tronco** (Tesis doctoral, Universidade Federal do Paraná). 2002. Consultado el 12/03/2020 y disponible en <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32323/T%20%20MARIA%20AUGUSTA%20DOETZER%20ROSOT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANGUINETTI, J. **Caracterización Desección del Dosel y Sanidad de *Araucaria Araucana* en Argentina. Reporte técnico.** pp. 32 p. 23-24, 2018.

SEGER, D. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizado no município de Pinhais, Paraná-Brasil. **Revista Floresta**, v.35, n.2, p.291-302, 2005.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ, SENAMHI, <https://www.gob.pe/senamhi> 2020.

SILVA, V. **Aspectos de obtención y comercialización de piñones en la región de Caçador**, SC. 2006. 111 p. Disertación (Máster en Recursos Fitogenéticos) - Universidad Federal de Santa Catarina.

SILVA, F.; OLIVEIRA, F.; RIVA, D.; BALDISSERA, L. Caracterização de índices morfométricos para *Araucaria angustifolia* plantada na Região Norte do Rio Grande do Sul, *Advances in Forestry Science*, **Cuiabá**, v.4, n.3, p.145, 2017.

SILVA, H.; JURADO, A.; FERREIRA, C.; BOGNOLA, I. Recomendação de solos para *Araucaria angustifolia* com base nas suas propriedades físicas e químicas, *Bol. Pesq. Fl.*, **Colombo**, n. 43, p. 61-74, jul./dez. p.71, 2001.

SOARES, R. V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*, **Revista Floresta**, v. 10, p. 17, 1979.

SOARES, M. **ANATRO UFPR – software para análise de tronco, em meio digital, utilizando sistema polar**. Tesis doctoral, Universidade Federal do Paraná, 2014. Consultado el 12/06/2019 y disponible en <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40351/R%20-%20T%20%20MARIO%20DE%20PAULA%20SOARES%20FILHO.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

SOUSA, N.; BOZOVICH, M. **Araucárias em Oxapampa**. Blog “O papo é ciência Florestal” – FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. 2020. Consultado el 12/06/2020 y disponible en <https://fupef.org.br/araucarias-em-oxapampa/>.

SURLES, E.; WHITE, T.; HORDGE, G.; DURYEA, M. Relationships among seed weight components, seedling growth traits, and predicted field breeding values in slash pine. **Canadian Journal Forest Research**, v.23, n.8, p.1550-1556, 1993.

TOMAZINI, M.; PANCERA, V.; RODRIGUES DE M. Incidência e danos da broca-do-pinhão, *Cydia araucariae* (Pastrana), em sementes de araucária. Comunicado técnico 276. Embrapa. 4pp. 2011.

VIEIRA, E.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*) Pag. 85–95 In: **Floresta de Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável** (Fonseca, C. R.; Souza, A. F., Leal-Zanchet, A. M.; Dutra, T.; Backes, A.; Ganade, G., Eds.). Editora Holos. Ribeirão Preto, SP. Brasil, Pag. 3 a 5, 2009.

WENDLING, I. Enxertia e florescimento precoce em *Araucaria angustifolia*. Colombo: Embrapa Florestas, (**Embrapa Florestas**. Comunicado técnico, 272). 2011.

WENDLING, I.; STUEPP, C.; ZANETTE, F. Produção de mudas de araucária por semente. **Embrapa Florestas**, 2017. Consultado el 20/03/2020 y disponible en <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1070994/araucaria-particularidades-propagacao-e-manejo-de->

plantios?fbclid=IwAR1nMXfqONyH3jBi-VI6MkoLGFNOAb9isZ3uiNMUDOHY6vhpe1qOxf7OQmg

WREGGE, M.; HIGA, R.; BRITEZ, M.; CORDEIRO, M.; DE SOUSA, V.; CARAMORI, P.; RADIN, B.; BRAGA, H. El cambio climático y la conservación de *Araucaria angustifolia* en Brasil. **Unasyuva (FAO)**, 2009. Consultado el 12/03/2020 y disponible en <http://www.fao.org/3/i0670s07.htm>

ZANETTE, F. ; DANNER, M.; CONSTANTINO, V.; WENDLING, I, *Araucaria*, particularidades, propagação e manejo de plantios. Particularidades e biologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia*, empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Florestas Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 159p, 2017

ZAVALA, J. **Análisis de la producción, germinación y viabilidad de semillas de *Araucaria araucana* (Molina) k. Koch, para tres años de fructificación y tres localidades de la comuna de Lonquimay, región de la araucanía.** Universidad de Chile, 2018. Consultado el 12/09/2019 y disponible en http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152395/Analisis-de-la-produccion-germinacion-y-viabilidad-de-semillas-de-Araucaria-araucana-%28Molina%29-K-Koch-para-tres-anos-de-fructificacion-y-tres-localidades-de-la-comuna-de-Lonquimay-Region-de-la-Araucania.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR28SrRL-hxXLiUhG9H0uv9eGvqlsB18_azKdZvNxxuRyyiGhZW7h5Ghzpw

ADJUNTOS

ADJUNTO N° 1

Documento de comprobación de la identificación de *Araucaria Angustifolia*.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES – HERBARIO MOL

Teléfono 6147800 Anexo 244 Fax 349-2041. APDO. 12-056 - LA MOLINA LIMA PERU

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN

A solicitud del Prof. Milo Bozovich Granados se proporciona la identidad del espécimen indicado, el cual ha sido depositado en el Herbario FCF UNALM (MOL) con la sigla consignada

Lugar de Colección: Dp. Pasco, Oxapampa –Sector San Alberto

Fecha de Colección: 5 Octubre 2019

Nombre Común: Araucaria

Nombre Científico: *Araucaria angustifolia* (Bertol.)Kuntze

Familia Botánica: Araucariaceae

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'CR', with a long horizontal stroke extending to the right.

Carlos Reynel Rodríguez, Ph.D.

Profesor Principal FCF UNALM

Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario, FCF UNALM

reynel@lamolina.edu.pe

ADJUNTO N° 2

Caracterización del suelo en las áreas de *Araucaria Angustifolia*, en Oxapampa

TABLA A1. RESUMEN DEL ANALISIS DE SUELO DE LAS MUESTRAS 9980 Y 9981

MUESTRA TOMADA EN	NUMERO	PROFUNDIDAD	PH		TEXTURA
CENTRO DE LA PLANTACION EVALUADA	9980	Bloque A, Prof. 0-15 cm., Grande	acido	5.81	Suelo mas arenoso de buen drenaje
	9981	Bloque A, Prof. 15-50 cm., Grande	muy acido	5.06	Suelo mas limoso de mediano drenaje
TOMADA EN UNA PLANTACION PEQUEÑA CERCANA DE APROXIMAMENTE 9 AÑOS	9982	Bloque A, Prof. 0-15 cm., Grande	acido	5.30	Suelo muy arenoso de excesivo drenaje
	9983	Bloque A, Prof. 15-50 cm., Grande	acido	5.85	Suelo muy arenoso de excesivo drenaje

Fuente: Elaboración propia (2020)

Solicitante : MILO BOZOVICH GRANADOS

Departamento : PASCO

Distrito :

Referencia : H.R. 60530-120C-17

Bolt.: 789

Provincia : OXAPAMPA

Predio : SAN ALBERTO

Fecha : 26/09/17

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1.1)	C.E. (1.1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
								meq/100g												
9980	Bloque A, Prof. 0-15 cm., Grande	5.81	0.11	0.00	3.61	7.5	46	62	30	8	Fr.A.	12.00	6.08	1.52	0.24	0.12	0.10	8.05	7.95	66
9981	Bloque A, Prof. 15-50 cm., Grande	5.06	0.06	0.00	1.96	6.4	29	36	52	12	Fr.L.	12.32	7.31	1.03	0.22	0.14	0.60	9.30	8.70	71
9980	Bloque A, Prof. 0-15 cm., Grande	acido	no sales	no	alto	bajo	bajo	Suelo mas arenoso de buen drenaje			media	alto	alto	alto	bajo PSNa	no AI	alto	alto	medio	
9981	Bloque A, Prof. 15-50 cm., Grande	muy acido	no sales	no	medio	bajo	bajo	Suelo mas limoso de mediano drenaje			media	alto	alto	alto	bajo PSNa	no AI	alto	alto	medio	
9982	Bloque B, Prof. 0-15 cm., Pequeño	5.30	0.07	0.00	1.24	11.0	48	78	16	6	A.Fr.	9.28	3.02	1.42	0.24	0.14	0.10	4.91	4.81	52
9983	Bloque B, Prof. 15-50 cm., Pequeño	5.85	0.03	0.00	0.48	2.7	76	80	16	4	A.Fr.	8.00	2.78	0.90	0.30	0.13	0.10	4.21	4.11	51
9982	Bloque A, Prof. 0-15 cm., Grande	acido	no sales	no	bajo	medio	bajo	Suelo muy arenoso de excesivo drenaje			bajo	alto	alto	alto	bajo PSNa	no AI	medio	medio	medio	
9983	Bloque A, Prof. 15-50 cm., Grande	acido	no sales	no	bajo	bajo	bajo	Suelo muy arenoso de excesivo drenaje			bajo	alto	alto	alto	bajo PSNa	no AI	medio	medio	medio	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

TABLA A2. ANÁLISIS FISICO-QUIMICO DE LAS MUESTRAS DE SUELO

Fuente: Elaboración propia (2020)

ADJUNTO N° 3

Matriz de valores de los coeficientes de correlación de Pearson de las cinco clases diamétricas de *Araucaria Angustifolia*

TABLA A3. COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON DE LA CLASE DIAMÉTRICA I

CLASE DIAMETRICA I												
VARIABLES		DAP	Ht	AC	DC	IS	GE	IA	HC	FC	PC	VT
DAP (cm)	DAP	1.000										
H total (m)	Ht	-0.356	1.000									
Área de copa (m ²)	AC	0.166	0.745	1.000								
Diametro de copa (m)	DC	0.097	0.813	0.994	1.000							
Índice de salencia	IS	-0.589	0.914	0.691	0.746	1.000						
Grado de esbeltez	GE	-0.966	0.586	0.051	0.131	0.757	1.000					
Índice de abragencia	IA	0.182	0.794	1.000	0.995	0.683	0.039	1.000				
Altura copa (m)	HC	0.493	0.571	0.935	0.914	0.413	-0.277	0.943	1.000			
Formal de copa	FC	-0.905	0.699	0.261	0.333	0.876	0.975	0.248	-0.078	1.000		
Proporción de copa (%)	PC	0.625	0.421	0.873	0.836	0.258	-0.434	0.881	0.985	-0.239	1.000	
Volumen	VT	0.607	0.306	0.311	0.097	-0.100	-0.428	0.340	0.552	-0.401	0.559	1.000

Fuente: Elaboración propia (2020)

TABLA A4. COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON DE LA CLASE DIAMÉTRICA II

CLASE DIAMETRICA II												
		DAP	Ht	AC	DC	IS	GE	IA	HC	FC	PC	VT
DAP (cm)	DAP	1.000										
H total (m)	Ht	-0.037	1.000									
Área de copa (m²)	AC	0.060	-0.103	1.000								
Diametro de copa (m)	DC	0.091	-0.130	0.987	1.000							
Índice de salencia	IS	-0.245	-0.134	0.936	0.940	1.000						
Grado de esbeltez	GE	-0.475	0.892	-0.127	-0.162	-0.017	1.000					
Índice de abragencia	IA	0.035	-0.601	0.829	0.854	0.830	-0.545	1.000				
Altura copa (m)	HC	-0.231	0.663	0.004	-0.009	0.071	0.693	-0.324	1.000			
Formal de copa	FC	0.302	-0.483	0.374	0.401	0.278	-0.545	0.568	-0.745	1.000		
Proporción de copa (%)	PC	-0.251	0.420	0.041	0.034	0.131	0.485	-0.172	0.949	-0.762	1.000	
Volumen	VT	0.675	0.246	-0.005	-0.009	-0.253	-0.095	-0.177	-0.290	0.302	-0.437	1.000

Fuente: Elaboración propia (2020)

TABLA A5. COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON DE LA CLASE DIAMÉTRICA III

CLASE DIAMETRICA III												
		DAP	Ht	AC	DC	IS	GE	IA	HC	FC	PC	VT
DAP (cm)	DAP	1.000										
H total (m)	Ht	0.072	1.000									
Área de copa (m²)	AC	0.123	-0.015	1.000								
Diametro de copa (m)	DC	0.129	0.002	0.980	1.000							
Índice de salencia	IS	-0.161	-0.016	0.993	0.956	1.000						
Grado de esbeltez	GE	-0.419	0.873	-0.072	-0.060	0.064	1.000					
Índice de abragencia	IA	0.083	-0.455	0.871	0.874	0.841	-0.450	1.000				
Altura copa (m)	HC	-0.012	0.726	0.079	0.102	0.106	0.665	-0.234	1.000			
Formal de copa	FC	0.097	-0.442	0.204	0.186	0.158	-0.446	0.393	-0.724	1.000		
Proporción de copa (%)	PC	-0.040	0.058	0.119	0.143	0.154	0.480	-0.107	0.954	-0.752	1.000	
Volumen	VT	0.689	0.352	0.070	0.083	-0.114	-0.017	-0.093	-0.138	0.244	-0.301	1.000

Fuente: Elaboración propia (2020)

TABLA A6. COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON DE LA CLASE DIAMÉTRICA IV

CLASE DIAMETRICA IV												
		DAP	Ht	AC	DC	IS	GE	IA	HC	FC	PC	VT
DAP (cm)	DAP	1.000										
H total (m)	Ht	0.098	1.000									
Área de copa (m ²)	AC	0.184	0.246	1.000								
Diametro de copa (m)	DC	0.172	0.242	0.991	1.000							
Índice de salencia	IS	-0.057	0.219	0.961	0.972	1.000						
Grado de esbeltez	GE	-0.247	0.939	0.170	0.169	0.226	1.000					
Índice de abragencia	IA	0.078	-0.429	0.739	0.754	0.747	-0.450	1.000				
Altura copa (m)	HC	0.037	0.775	0.209	0.209	0.205	0.742	-0.299	1.000			
Formal de copa	FC	0.009	-0.470	0.112	0.110	0.106	-0.462	0.413	-0.532	1.000		
Proporción de copa (%)	PC	0.022	0.631	0.168	0.169	0.169	0.610	-0.262	0.964	-0.519	1.000	
Volumen	VT	0.489	0.311	0.165	0.157	0.042	0.131	-0.078	-0.166	0.014	-0.291	1.000

Fuente: Elaboración propia (2020)

TABLA A7. COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON DE LA CLASE DIAMÉTRICA V

CLASE DIAMETRICA V												
		DAP	Ht	AC	DC	IS	GE	IA	HC	FC	PC	VT
DAP (cm)	DAP	1.000										
H total (m)	Ht	-0.063	1.000									
Área de copa (m ²)	AC	0.148	0.234	1.000								
Diametro de copa (m)	DC	0.154	0.239	0.991	1.000							
Índice de salencia	IS	-0.016	0.245	0.976	0.985	1.000						
Grado de esbeltez	GE	-0.289	0.973	0.181	0.185	0.230	1.000					
Índice de abragencia	IA	0.166	-0.479	0.717	0.723	0.707	-0.502	1.000				
Altura copa (m)	HC	-0.027	0.687	0.274	0.295	0.307	0.670	-0.199	1.000			
Formal de copa	FC	-0.040	-0.565	0.093	0.090	0.096	-0.543	0.464	-0.786	1.000		
Proporción de copa (%)	PC	0.027	0.412	0.242	0.265	0.271	0.397	-0.028	0.937	-0.784	1.000	
Volumen	VT	0.271	0.494	0.053	0.029	-0.032	0.406	-0.326	-0.141	-0.067	-0.351	1.000

Fuente: Elaboración propia (2020)

ADJUNTO N° 4

1. Medición de anillos de crecimiento y determinación de la edad

Como lo indican Rosot (2002) y Soares (2014), se lijaron con lijas de diferentes granulometrías (40 - 600) las superficies de los discos para que los anillos de crecimiento sean claramente visibles y permitir el conteo de los anillos

Para la determinación de las edades de *Araucaria angustifolia* contados los anillos de crecimiento en la rodaja 1 cortada a 0.0 m de cada uno de los siete arboles mostrados. Los anillos se contaron de la medula a la corteza.

Con el programa CooRecorder 7.8.1 se midieron cuatro radios por cada anillo de crecimiento, a la altura de 1,3 m del suelo, en los discos extraídos a diferentes alturas 0,0 m, 0,3 m, 0,7 m, 1,3 m, 2,3 m, 3,3 m, así sucesivamente hasta alcanzar la altura total para la construcción del perfil longitudinal del fuste. A partir de fotografías de los discos, calibradas con una regla milimétrica y tomadas a la misma altura, y se tomó el promedio (ROSOT, 2002). Después se revisaron los datos con el software COFECHA.

Se consideraron anillos anuales de crecimiento verdaderos a los delimitados por una banda de madera tardía que permanecieron en toda la circunferencia del disco. En cada radio se realizó el conteo de anillos, enumerándolos desde el cámbium hasta la médula, marcando el final de cada anillo o de un conjunto de anillos equivalente a otro período de incremento. Después de registrar el número total de anillos por rodaja, se midió y registró el largo del radio, es decir la distancia entre la médula y el final de cada anillo.

2. Construcción del perfil longitudinal del fuste

Después de la marcación de los radios en cada disco, se unieron los puntos de cada anillo en el eje del árbol, de corteza a médula formando el gráfico del análisis de fuste. Se trazó una paralela al anillo inmediatamente siguiente, en el intervalo considerado, de tal forma que el anillo debe encontrarse con la médula con el mismo ángulo del anillo siguiente.

Al completar el trazado del perfil del árbol con la determinación del punto de término de cada anillo, se obtiene la altura alcanzada por el árbol cada año. A partir de estos datos, se determinaron: edad, altura, diámetro, área transversal, factor de forma y volumen.

3. Cálculo del área transversal y volumen

Se siguió el método de Riaño & Lizarazo (2017) para calcular el volumen con las fórmulas Smalian y cono truncado.

4. Determinación del factor de forma

El factor de forma (FF) se efectuó con la siguiente fórmula:

$$FF = V_r / V_{cil}$$

Donde:

V_r (m^3) = Volumen real del árbol,

V_{cil} (m^3) = Volumen del cilindro con base igual al DAP.

5. Determinación de la tasa de crecimiento

Se determinaron el ICA e IMA del DAP (cm), altura (m) y volumen (m^3) con las siguientes fórmulas:

$$IMA = Y_t / t$$

$$ICA = Y_{(t+1)} - Y_{(t)}$$

Donde:

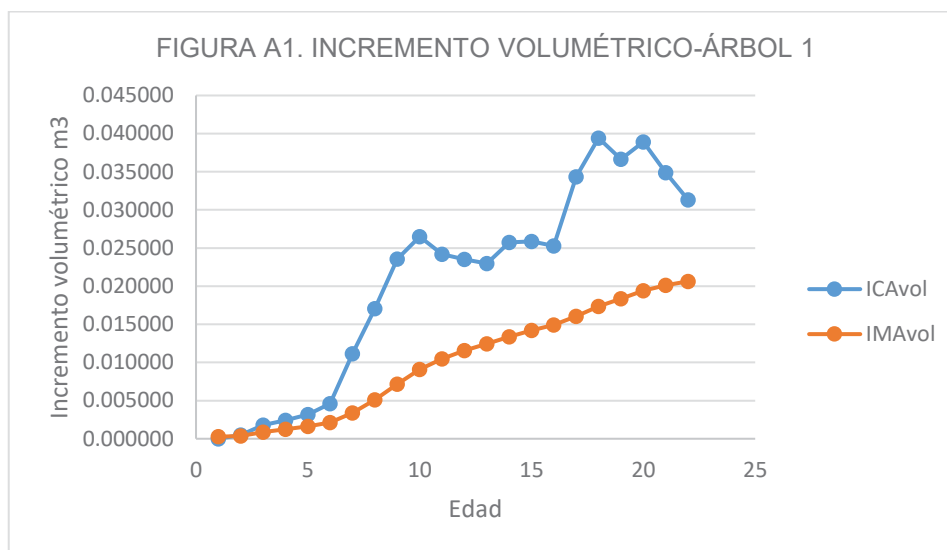
Y_t = Dimensión de la variable considerada a una determinada edad,

t = Edad.

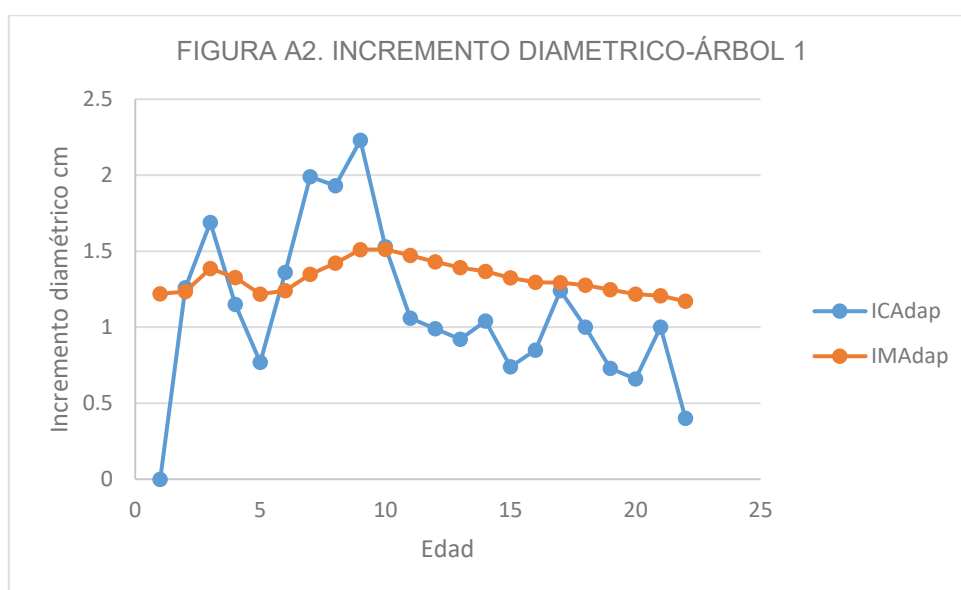
TABLA A8. VARIABLES DENDROMÉTRICAS - ARBOL 1

Edad	DAP (cm)	ICA _{dap}	IMA _{dap}	Área transversal (cm ²)	Altura total maderable (m)	ICA _h	IMA _h	Vol (m ³)	ICA _{vol}	IMA _{vol}	FF (sc)
1	1,22	0	1,22	1,16	1,77	0	1,77	0,00026	0	0,000262	1,273
2	2,47	1,26	1,24	4,8	2,25	0,5	1,13	0,00076	0,000496	0,000379	0,701
3	4,16	1,69	1,39	13,6	3,26	1	1,09	0,00255	0,001787	0,000849	0,574
4	5,31	1,15	1,33	22,18	4,16	0,9	1,04	0,00495	0,002401	0,001237	0,536
5	6,09	0,77	1,22	29,11	5	0,8	1	0,00812	0,003178	0,001625	0,558
6	7,45	1,36	1,24	43,59	5,82	0,8	0,97	0,01271	0,004586	0,002118	0,501
7	9,44	1,99	1,35	69,96	7,06	1,2	1,01	0,02384	0,01113	0,003406	0,483
8	11,37	1,93	1,42	101,53	8,16	1,1	1,02	0,0409	0,017058	0,005112	0,494
9	13,6	2,23	1,51	145,19	9,15	1	1,02	0,06445	0,023555	0,007162	0,485
10	15,12	1,53	1,51	179,6	9,99	0,8	1	0,09094	0,026484	0,009094	0,507
11	16,19	1,06	1,47	205,77	11,06	1,1	1,01	0,11514	0,0242	0,010467	0,506
12	17,17	0,99	1,43	231,64	11,7	0,6	0,98	0,13865	0,023514	0,011554	0,512
13	18,09	0,92	1,39	257,04	12,28	0,6	0,94	0,16163	0,022982	0,012433	0,512
14	19,13	1,04	1,37	287,54	13,3	1	0,95	0,18736	0,025729	0,013383	0,49
15	19,88	0,74	1,33	310,27	14,2	0,9	0,95	0,21322	0,025854	0,014214	0,484
16	20,73	0,85	1,3	337,39	14,86	0,7	0,93	0,23848	0,025262	0,014905	0,476
17	21,97	1,24	1,29	379,07	15,75	0,9	0,93	0,27281	0,03433	0,016048	0,457
18	22,97	1	1,28	414,32	16,21	0,5	0,9	0,31223	0,039421	0,017346	0,465
19	23,7	0,73	1,25	441,08	17,18	1	0,9	0,34886	0,036632	0,018361	0,46
20	24,36	0,66	1,22	465,88	17,6	0,4	0,88	0,38776	0,038894	0,019388	0,473
21	25,36	1	1,21	504,92	17,94	0,3	0,85	0,42263	0,034875	0,020125	0,467
22	25,75	0,4	1,17	520,85	18,23	0,3	0,83	0,45396	0,031326	0,020634	0,478

Dap: diámetro a la altura de pecho; Vol: Volumen; h: altura; FF: Factor de forma; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual.
Fuente: Elaboración propia (2020).

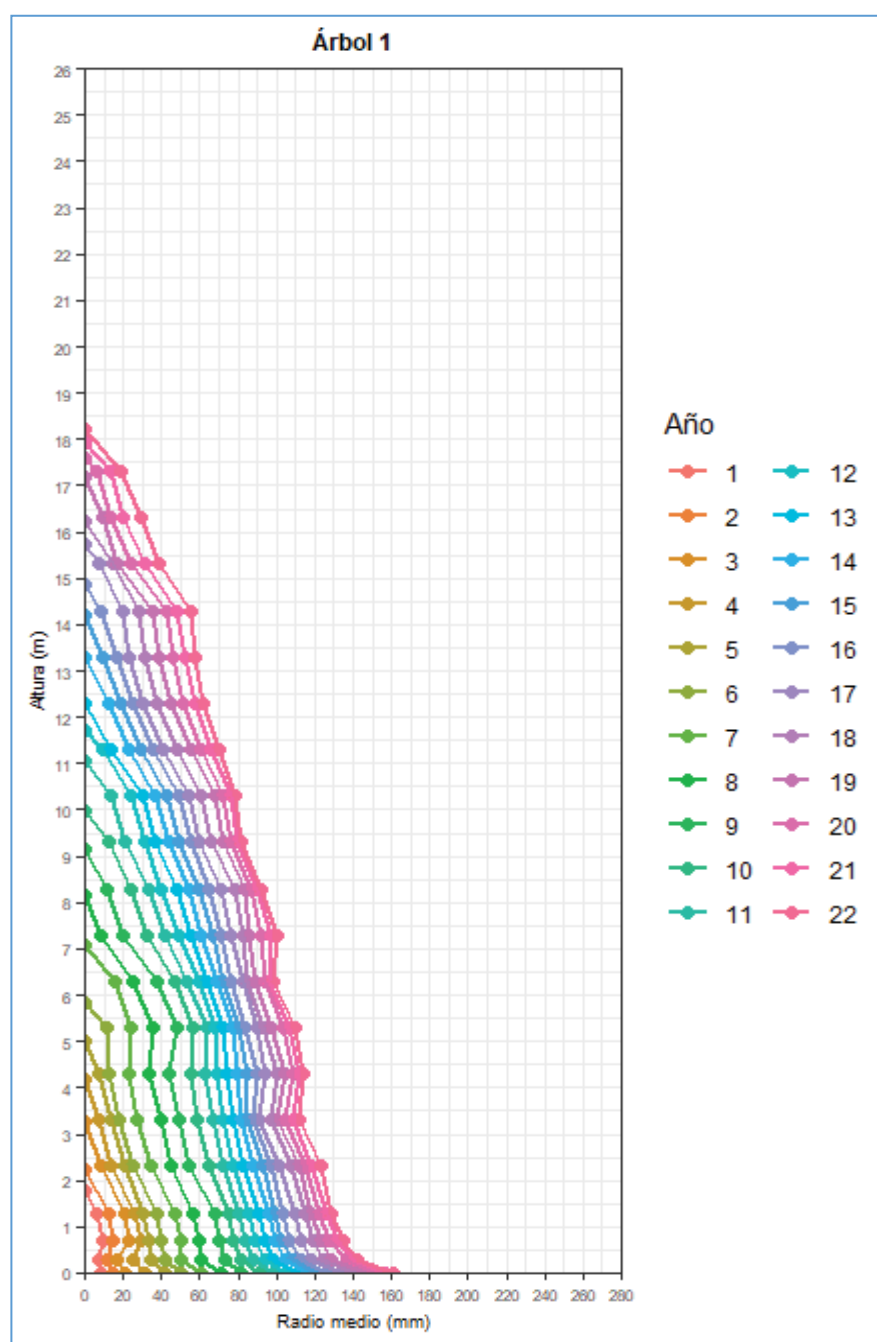


Fuente: Elaboración propia (2020)



Fuente: Elaboración propia (2020)

FIGURA A3. PERFIL LONGITUDINAL ÁRBOL 1



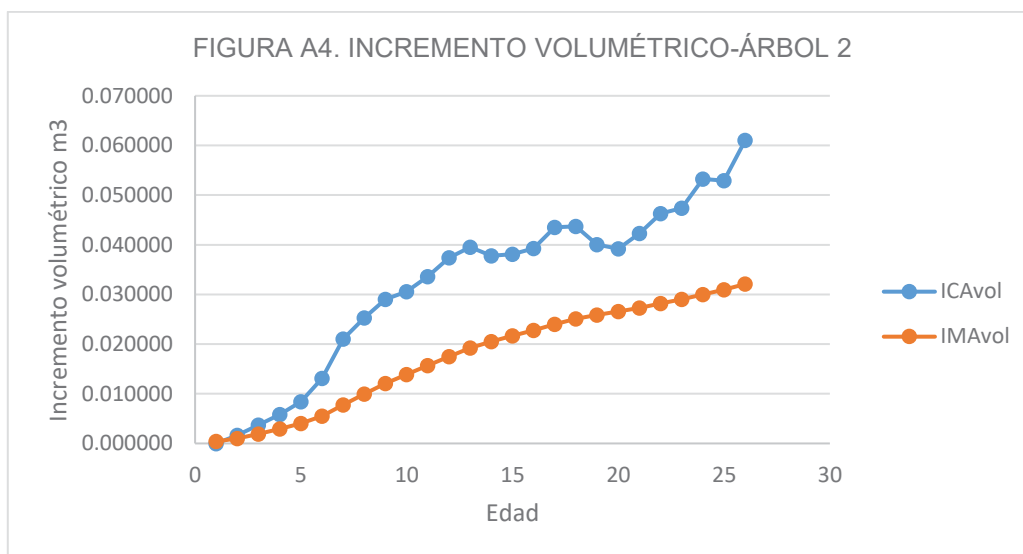
Fuente: Elaboración propia (2020)

TABLA A9. VARIABLES DENDROMÉTRICAS – ARBOL 2

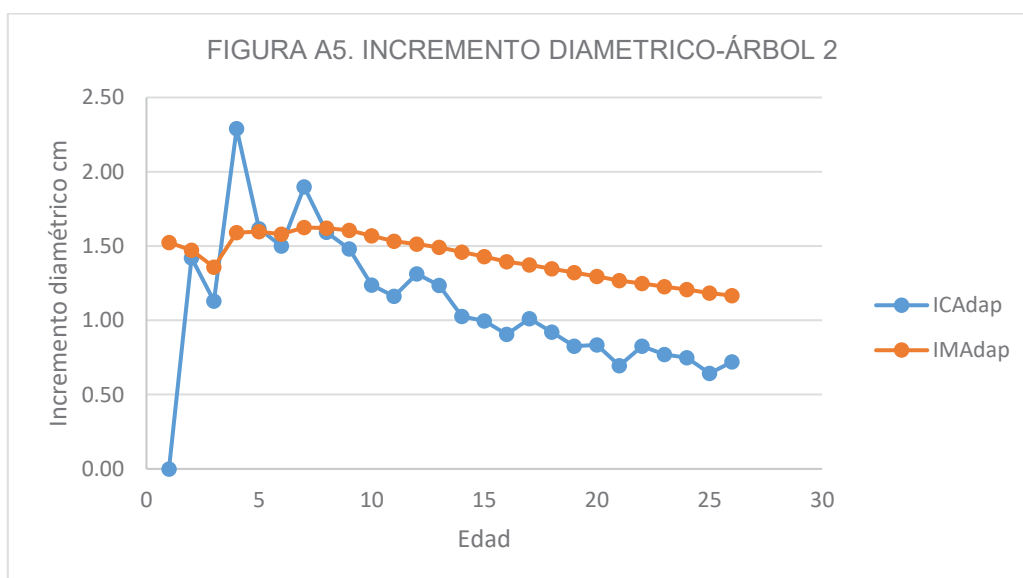
Edad	DAP (cm)	ICAdap	IMAdap	Área transversal (cm2)	Altura total maderable (m)	ICAh	IMAh	Vol (m3)	ICAvol	IMAvol	FF (sc)
1	15,244	0	1,52	1,83	2,19	0	2,19	0,00041	0	0,00041	1,029
2	294,485	1,42	1,47	6,81	2,98	0,8	1,49	0,00206	0,00165	0,00103	1,015
3	40,741	1,13	1,36	13,04	5,21	2,2	1,74	0,0058	0,00374	0,00193	0,853
4	63,652	2,29	1,59	31,82	5,25	0	1,31	0,01166	0,00586	0,00291	0,697
5	79,815	1,62	1,6	50,03	7,11	1,9	1,42	0,02008	0,00842	0,00402	0,564
6	948,075	1,5	1,58	70,6	8,2	1,1	1,37	0,03321	0,01313	0,00553	0,574
7	113,800	1,9	1,63	101,71	9,3	1,1	1,33	0,05425	0,02104	0,00775	0,574
8	129,738	1,59	1,62	132,2	11,27	2	1,41	0,07953	0,02529	0,00994	0,534
9	144,551	1,48	1,61	164,11	12,22	1	1,36	0,10853	0,029	0,01206	0,541
10	156,922	1,24	1,57	193,4	13,83	1,6	1,38	0,13912	0,03059	0,01391	0,52
11	168,535	1,16	1,53	223,09	14,11	0,3	1,28	0,17273	0,03361	0,0157	0,549
12	181,663	1,31	1,51	259,19	15,05	0,9	1,25	0,21016	0,03743	0,01751	0,539
13	194,014	1,24	1,49	295,64	15,27	0,2	1,17	0,24971	0,03955	0,01921	0,553
14	204,289	1,03	1,46	327,78	16,01	0,7	1,14	0,28752	0,03781	0,02054	0,548
15	214,261	1	1,43	360,56	16,16	0,2	1,08	0,32562	0,0381	0,02171	0,559
16	223,319	0,91	1,4	391,69	16,23	0,1	1,01	0,36488	0,03926	0,02281	0,574
17	23,343	1,01	1,37	427,96	16,57	0,3	0,97	0,40843	0,04355	0,02403	0,576
18	242,649	0,92	1,35	462,43	16,82	0,3	0,93	0,45216	0,04373	0,02512	0,581
19	25,091	0,83	1,32	494,46	16,92	0,1	0,89	0,49217	0,04002	0,0259	0,588
20	259,266	0,84	1,3	527,94	17,04	0,1	0,85	0,53138	0,03921	0,02657	0,591
21	266,209	0,69	1,27	556,59	17,23	0,2	0,82	0,5737	0,04232	0,02732	0,598
22	274,480	0,83	1,25	591,72	18,29	1,1	0,83	0,61997	0,04626	0,02818	0,573
23	282,189	0,77	1,23	625,42	19,18	0,9	0,83	0,66738	0,04742	0,02902	0,556
24	289,675	0,75	1,21	659,04	19,96	0,8	0,83	0,72061	0,05323	0,03003	0,548
25	296,116	0,64	1,18	688,68	20,27	0,3	0,81	0,77352	0,0529	0,03094	0,554
26	303,322	0,72	1,17	722,6	20,91	0,6	0,8	0,83454	0,06103	0,0321	0,552

Dap: diámetro a la altura de pecho; Vol: Volumen; h: altura; FF: Factor de forma; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual.

Fuente: Elaboración propia (2020)

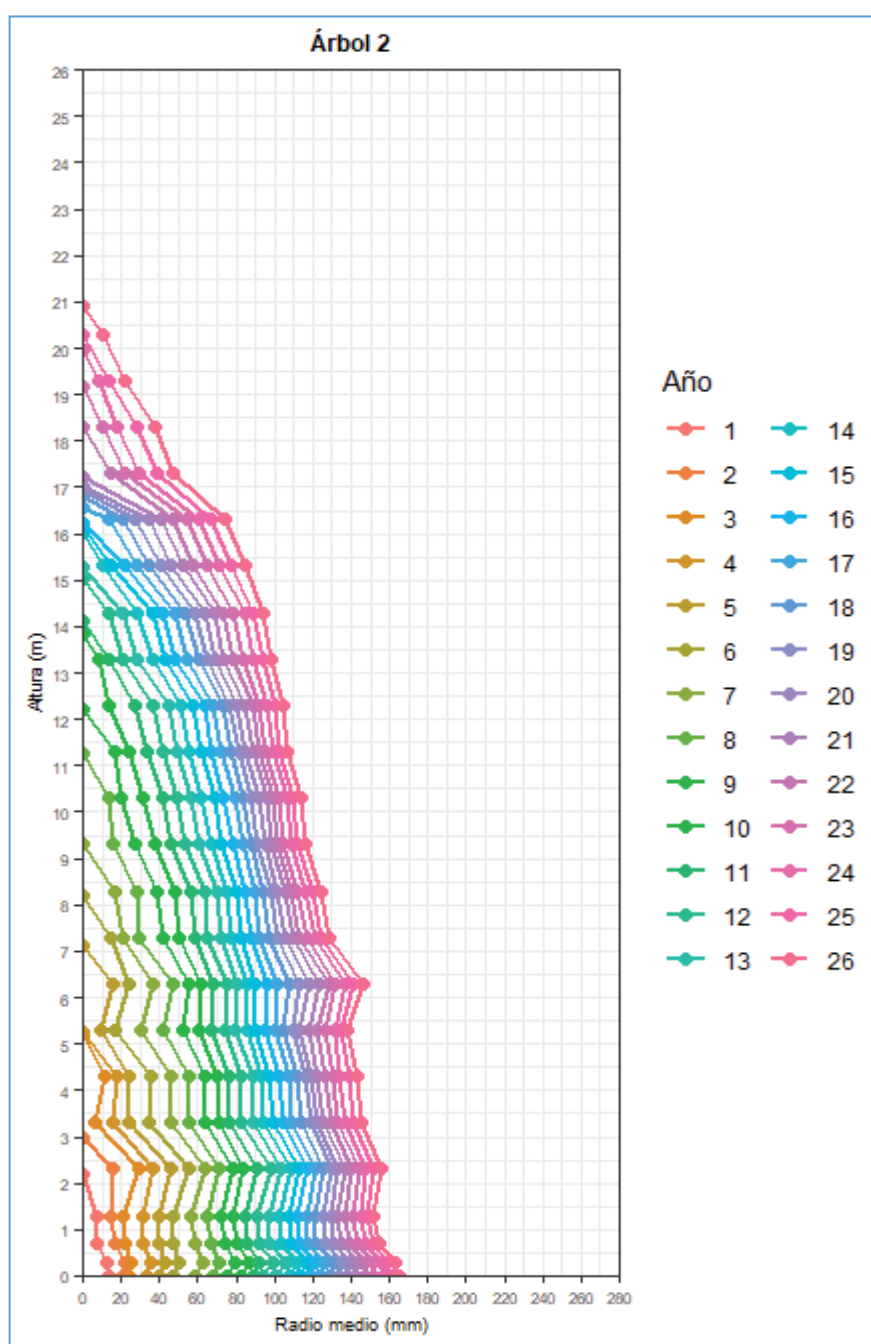


Fuente: Elaboración propia (2020)



Fuente: Elaboración propia (2020)

FIGURA A6. PERFIL LONGITUDINAL ÁRBOL 2

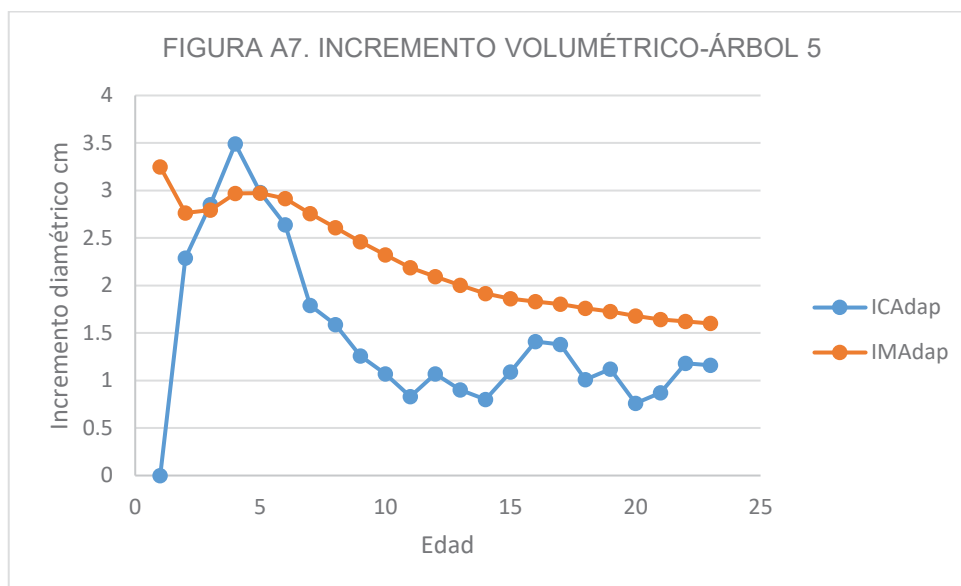


Fuente: Elaboración propia (2020)

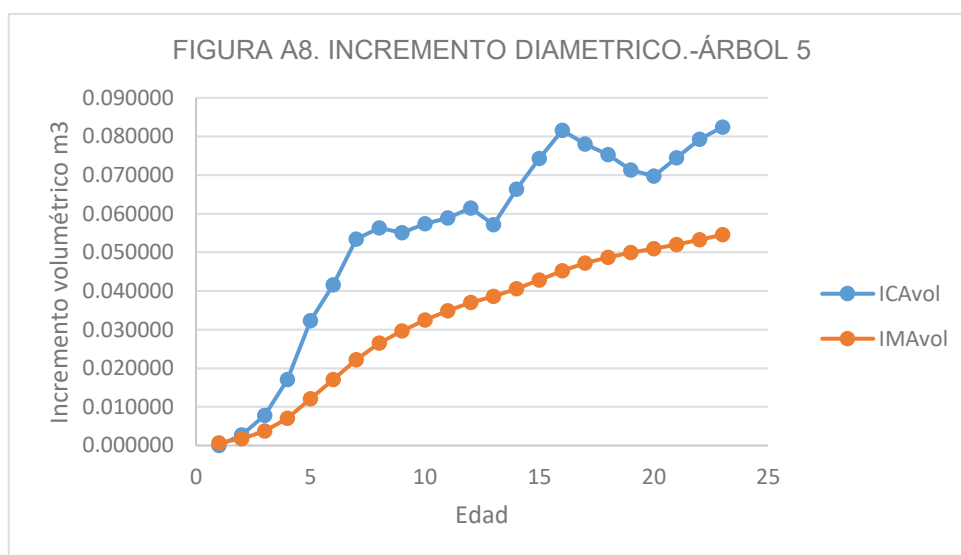
TABLA A10. VARIABLES DENDROMÉTRICAS – ARBOL 5

Edad	DAP (cm)	ICA _{Adap}	IMA _{Adap}	Área transversal (cm ²)	Altura total maderable (m)	ICA _h	IMA _h	Vol (m ³)	ICA _{Vol}	IMA _{Vol}	FF (sc)
1	3,25	0	3,25	8,28	2,24	0	2,24	0,0007	0	0,0007	0,377
2	5,53	2,29	2,77	24,06	3,27	1	1,64	0,003424	0,00272	0,00171	0,435
3	8,38	2,85	2,79	55,2	4,88	1,6	1,63	0,011182	0,00776	0,00373	0,415
4	11,88	3,49	2,97	110,79	9,2	4,3	2,3	0,028283	0,0171	0,00707	0,278
5	14,86	2,98	2,97	173,47	10,24	1	2,05	0,060583	0,0323	0,01212	0,341
6	17,5	2,64	2,92	240,64	13,18	2,9	2,2	0,102208	0,04163	0,01704	0,322
7	19,29	1,79	2,76	292,33	14,9	1,7	2,13	0,155604	0,0534	0,02223	0,357
8	20,88	1,59	2,61	342,39	15,16	0,3	1,9	0,211915	0,05631	0,02649	0,408
9	22,14	1,26	2,46	384,94	16,16	1	1,8	0,266997	0,05508	0,02967	0,429
10	23,21	1,07	2,32	423,19	17,8	1,6	1,78	0,324433	0,05744	0,03244	0,431
11	24,05	0,83	2,19	454,13	18,25	0,5	1,66	0,383307	0,05887	0,03485	0,462
12	25,11	1,07	2,09	495,28	18,35	0,1	1,53	0,444763	0,06146	0,03706	0,489
13	26,02	0,9	2	531,61	18,61	0,3	1,43	0,501891	0,05713	0,03861	0,507
14	26,82	0,8	1,92	564,74	18,85	0,2	1,35	0,568219	0,06633	0,04059	0,534
15	27,9	1,09	1,86	611,37	19,07	0,2	1,27	0,64249	0,07427	0,04283	0,551
16	29,31	1,41	1,83	674,83	19,4	0,3	1,21	0,724061	0,08157	0,04525	0,553
17	30,69	1,38	1,81	739,98	19,53	0,1	1,15	0,802096	0,07804	0,04718	0,555
18	31,71	1,01	1,76	789,66	19,86	0,3	1,1	0,877378	0,07528	0,04874	0,559
19	32,83	1,12	1,73	846,62	20,4	0,5	1,07	0,948688	0,07131	0,04993	0,549
20	33,6	0,76	1,68	886,47	20,79	0,4	1,04	1,018,463	0,06978	0,05092	0,553
21	34,46	0,87	1,64	932,83	21,28	0,5	1,01	1,092,939	0,07448	0,05205	0,551
22	35,65	1,18	1,62	998	21,75	0,5	0,99	1,172,185	0,07925	0,05328	0,54
23	36,81	1,16	1,6	1064,23	22,14	0,4	0,96	1,254,621	0,08244	0,05455	0,533

Dap: diámetro a la altura de pecho; Vol: Volumen; h: altura; FF: Factor de forma; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual.
Fuente: Elaboración propia (2020)

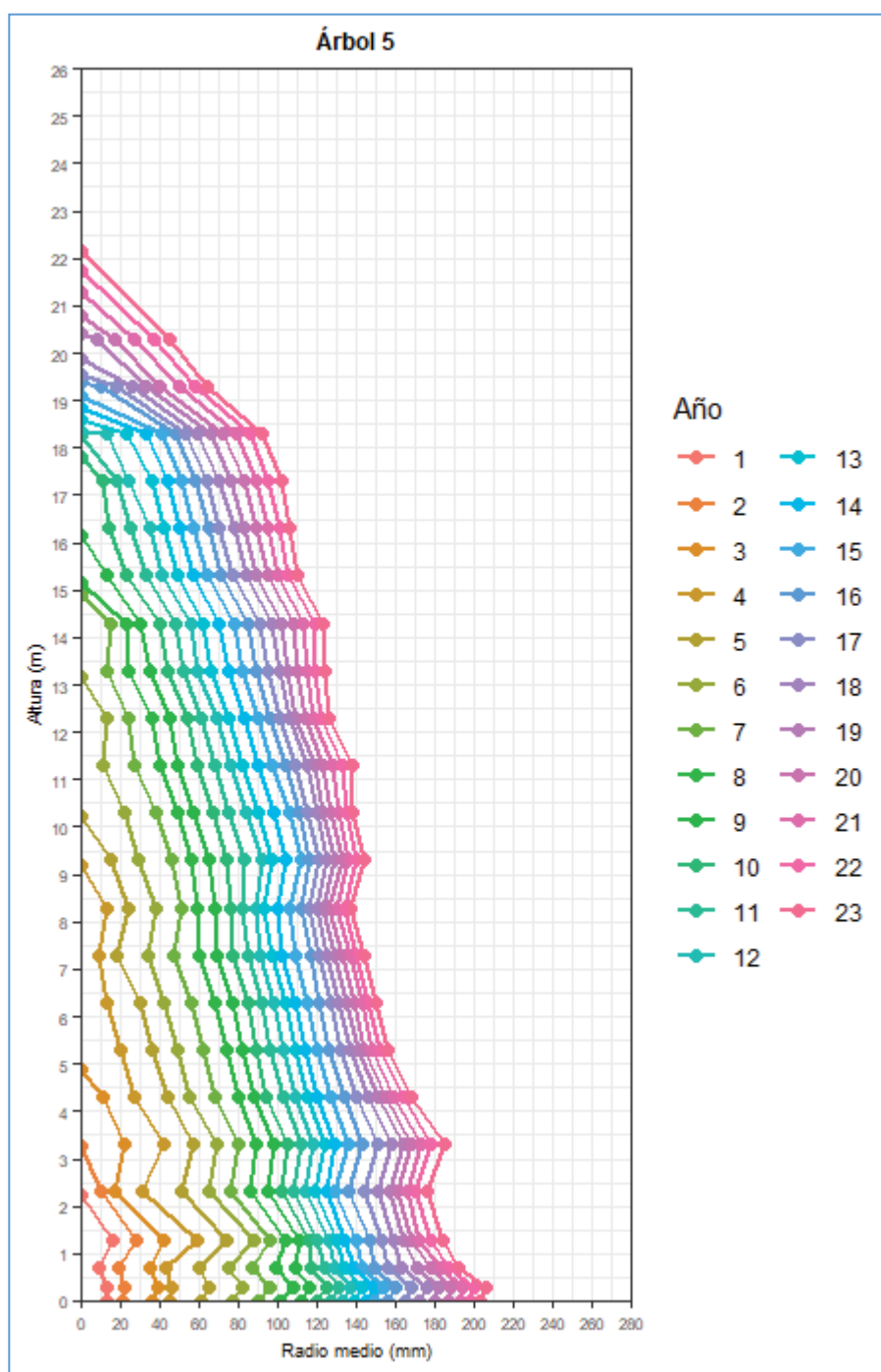


Fuente: Elaboración propia (2020)



Fuente: Elaboración propia (2020)

FIGURA A9. PERFIL LONGITUDINAL ÁRBOL 5



Fuente: Elaboración propia (2020)

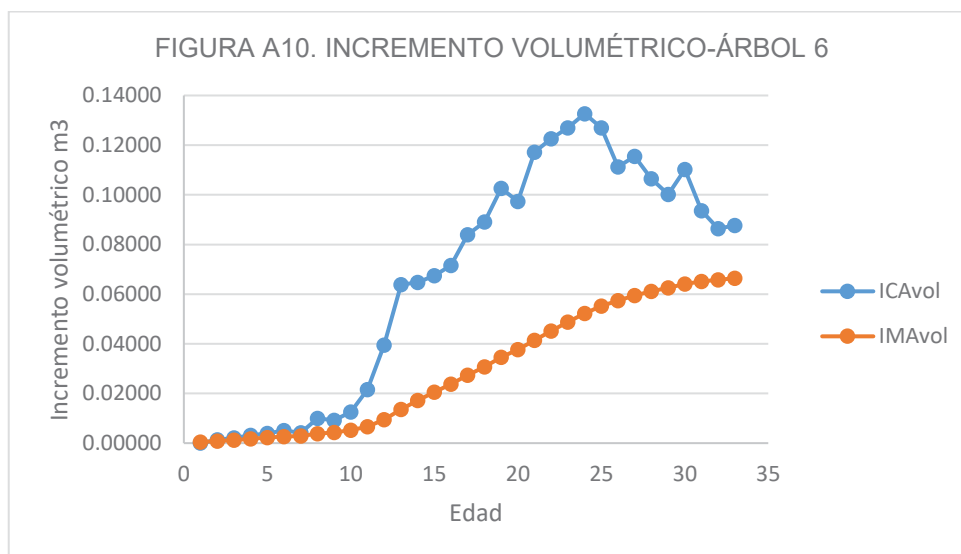
TABLA A11. VARIABLES DENDROMÉTRICAS - ARBOL 6

Edad	DAP (cm)	ICAdap	IMAdap	Área transversal (cm ²)	Altura total maderable (m)	ICAh	IMAh	Vol (m ³ *10 ³)	ICAvol	IMAvol	FF (sc)
1	1,96	0	1,96	3,03	2,28	0	2,28	0,0004	0	0,0004	0,633
2	2,98	1,02	1,49	6,98	3,28	1	1,64	0,0017	0,0013	0,0009	0,759
3	4,35	1,37	1,45	14,86	3,71	0,4	1,24	0,0038	0,0021	0,0013	0,691
4	5,33	0,98	1,33	22,3	4,1	0,4	1,03	0,007	0,0032	0,0018	0,764
5	6,7	1,37	1,34	35,22	4,28	0,2	0,86	0,011	0,004	0,0022	0,727
6	7,44	0,74	1,24	43,46	4,82	0,5	0,8	0,016	0,0051	0,0027	0,766
7	8,61	1,17	1,23	58,25	5,23	0,4	0,75	0,0202	0,0042	0,0029	0,663
8	10,25	1,64	1,28	82,57	5,64	0,4	0,71	0,0302	0,01	0,0038	0,647
9	11,23	0,98	1,25	99,06	5,97	0,3	0,66	0,0393	0,0092	0,0044	0,665
10	11,82	0,59	1,18	109,69	7,79	1,8	0,78	0,0519	0,0125	0,0052	0,607
11	12,56	0,74	1,14	123,91	8,24	0,5	0,75	0,0734	0,0216	0,0067	0,719
12	14,36	1,8	1,2	161,91	12,8	4,6	1,07	0,1129	0,0395	0,0094	0,545
13	17,72	3,36	1,36	246,6	16,24	3,4	1,25	0,1767	0,0639	0,0136	0,441
14	20,57	2,85	1,47	332,39	16,82	0,6	1,2	0,2415	0,0647	0,0173	0,432
15	22,68	2,11	1,51	404,09	17,27	0,5	1,15	0,3089	0,0674	0,0206	0,443
16	24,83	2,15	1,55	484,35	17,75	0,5	1,11	0,3805	0,0715	0,0238	0,442
17	26,24	1,41	1,54	540,78	18,24	0,5	1,07	0,4644	0,0839	0,0273	0,471
18	27,76	1,52	1,54	605,43	19	0,8	1,06	0,5535	0,0892	0,0308	0,481
19	29,68	1,92	1,56	691,9	19,82	0,8	1,04	0,6561	0,1026	0,0345	0,478
20	31,13	1,45	1,56	760,98	20,8	1	1,04	0,7534	0,0974	0,0377	0,476
21	32,73	1,6	1,56	841,35	21,18	0,4	1,01	0,8706	0,1172	0,0415	0,489
22	34,49	1,76	1,57	934,19	21,69	0,5	0,99	0,9932	0,1226	0,0452	0,49
23	36,17	1,68	1,57	1027,54	21,91	0,2	0,95	112,018	0,127	0,0487	0,497
24	38,36	2,19	1,6	1155,66	22,24	0,3	0,93	125,287	0,1327	0,0522	0,487
25	40,16	1,8	1,61	1266,6	22,87	0,6	0,91	137,988	0,127	0,0552	0,476

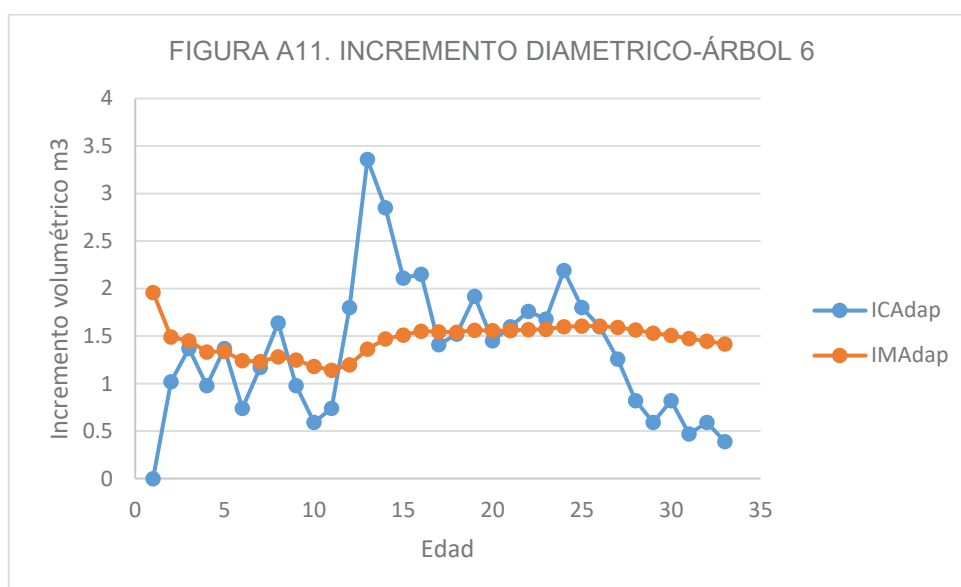
26	41,76	1,6	1,61	1369,8	23,59	0,7	0,91	149,111	0,1112	0,0574	0,461
27	43,02	1,26	1,59	1453,72	23,75	0,2	0,88	160,665	0,1155	0,0595	0,465
28	43,84	0,82	1,57	1509,7	24,06	0,3	0,86	171,319	0,1065	0,0612	0,472
29	44,43	0,59	1,53	1550,34	24,26	0,2	0,84	181,341	0,1002	0,0625	0,482
30	45,25	0,82	1,51	1608,21	24,33	0,1	0,81	192,359	0,1102	0,0641	0,492
31	45,72	0,47	1,47	1641,84	24,74	0,4	0,8	201,718	0,0936	0,0651	0,497
32	46,31	0,59	1,45	1684,29	24,96	0,2	0,78	210,355	0,0864	0,0657	0,5
33	46,7	0,39	1,42	1712,99	25,23	0,3	0,76	219,125	0,0877	0,0664	0,507

Dap: diámetro a la altura de pecho; Vol: Volumen; h: altura; FF: Factor de forma; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual.

Fuente: Elaboración propia (2020)

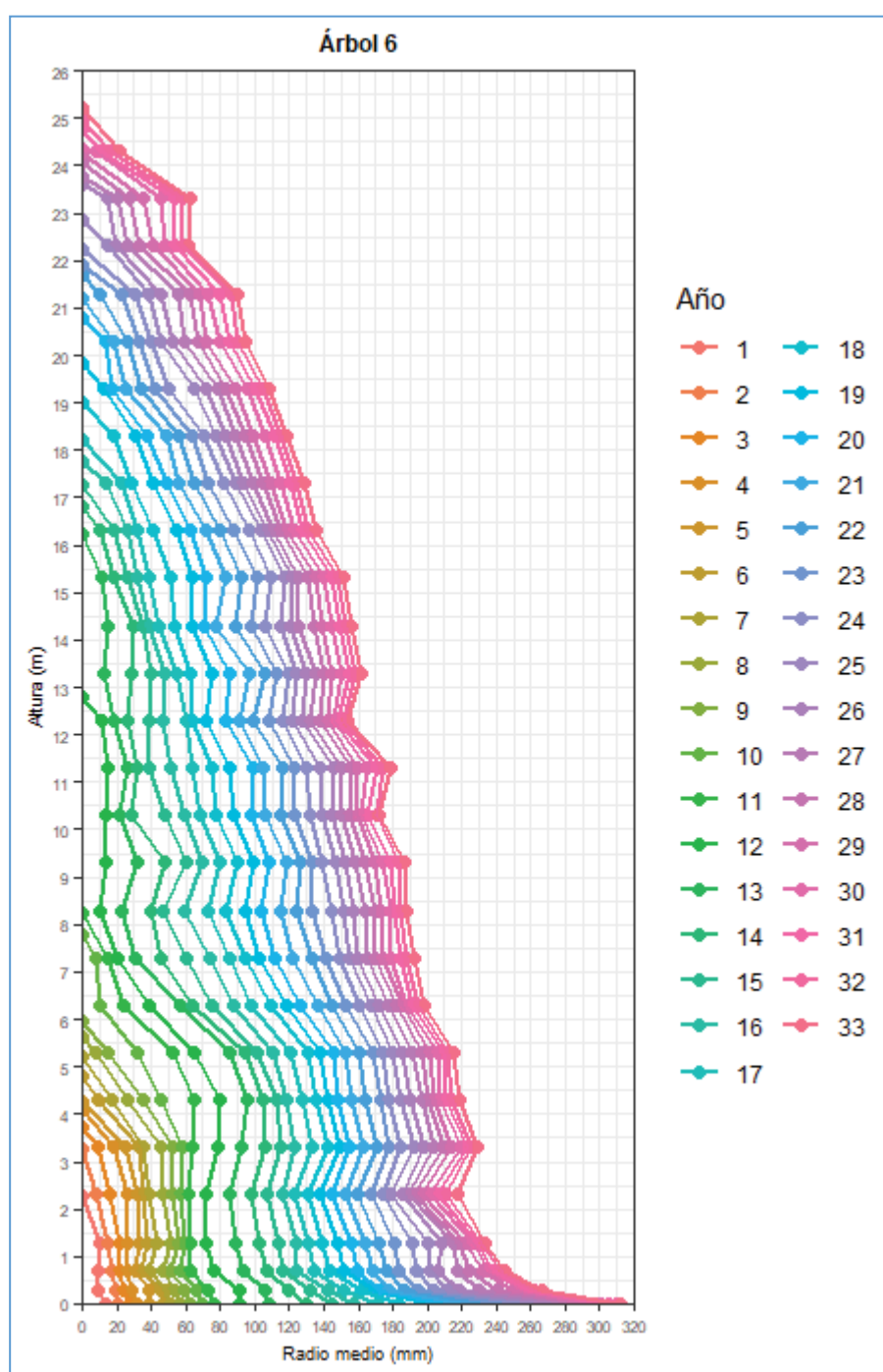


Fuente: Elaboración propia (2020)



Fuente: Elaboración propia (2020)

FIGURA A12. PERFIL LONGITUDINAL ÁRBOL 6



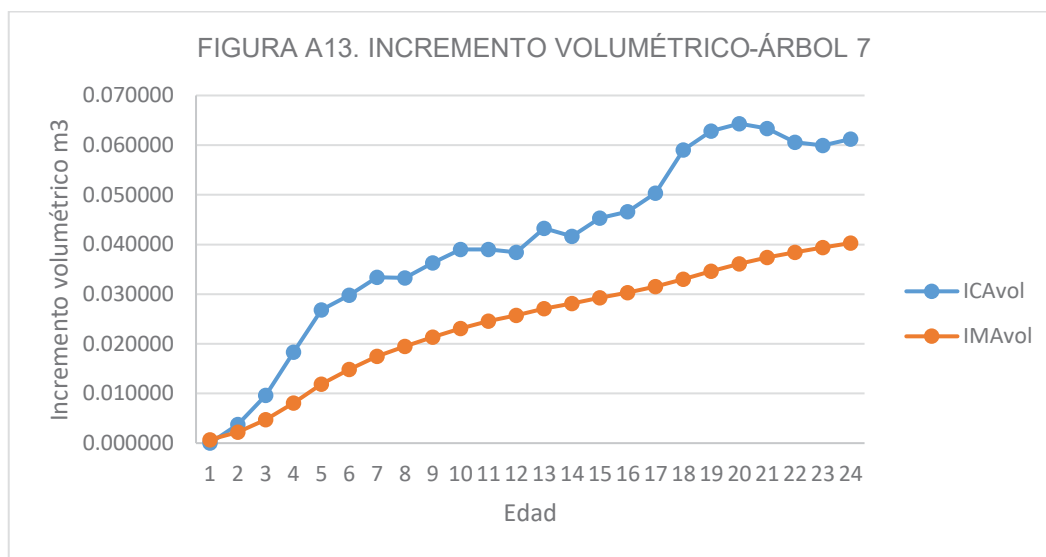
Fuente: Elaboración propia (2020)

TABLA A12. VARIABLES DENDROMÉTRICAS – ARBOL 7

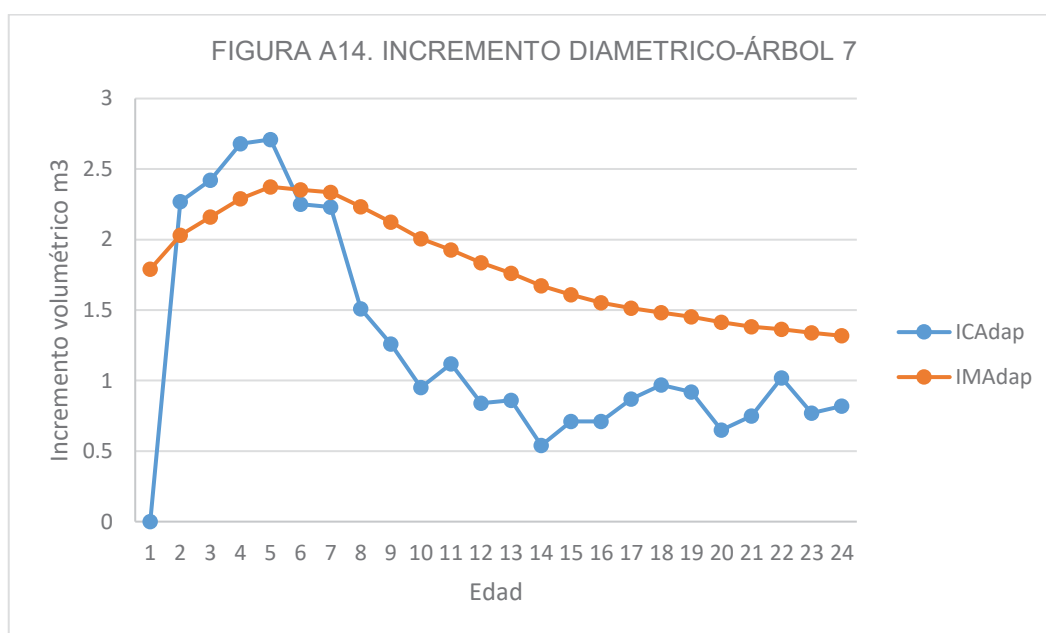
Edad	DAP (cm)	ICAdap	IMAdap	Área transversal(cm2)	Altura total maderable (m)	ICAh	IMAh	Vol (m3)	ICAvol	IMAvol	FF (sc)
1	1,79	0	1,79	2,52	2,04	0	2,04	0,0007	0	0,0007	1,364
2	4,06	2,27	2,03	12,95	4,6	2,6	2,3	0,00449	0,00378	0,00224	0,752
3	6,48	2,42	2,16	33	5,75	1,2	1,92	0,01414	0,00966	0,00471	0,745
4	9,16	2,68	2,29	65,91	6,2	0,5	1,55	0,03246	0,01831	0,00811	0,795
5	11,87	2,71	2,37	110,67	6,77	0,6	1,35	0,0593	0,02685	0,01186	0,791
6	14,12	2,25	2,35	156,54	7,92	1,2	1,32	0,08909	0,02978	0,01485	0,719
7	16,35	2,23	2,34	210,01	9,2	1,3	1,31	0,12247	0,03338	0,0175	0,634
8	17,87	1,51	2,23	250,69	10,3	1,1	1,29	0,15574	0,03327	0,01947	0,603
9	19,12	1,26	2,12	287,17	12,22	1,9	1,36	0,19202	0,03628	0,02134	0,547
10	20,07	0,95	2,01	316,27	13,75	1,5	1,38	0,23101	0,03898	0,0231	0,531
11	21,18	1,12	1,93	352,48	13,99	0,2	1,27	0,27002	0,03902	0,02455	0,547
12	22,02	0,84	1,84	380,86	15,76	1,8	1,31	0,30842	0,0384	0,0257	0,514
13	22,88	0,86	1,76	411,26	16,37	0,6	1,26	0,3517	0,04327	0,02705	0,522
14	23,43	0,54	1,67	431,02	16,68	0,3	1,19	0,39335	0,04166	0,0281	0,547
15	24,14	0,71	1,61	457,55	17,53	0,9	1,17	0,43868	0,04533	0,02925	0,547
16	24,85	0,71	1,55	484,81	17,91	0,4	1,12	0,48529	0,04661	0,03033	0,559
17	25,72	0,87	1,51	519,56	18,28	0,4	1,08	0,53562	0,05033	0,03151	0,564
18	26,69	0,97	1,48	559,29	18,87	0,6	1,05	0,59467	0,05905	0,03304	0,563
19	27,6	0,92	1,45	598,37	19,26	0,4	1,01	0,65751	0,06284	0,03461	0,571
20	28,26	0,65	1,41	627,1	19,52	0,3	0,98	0,72184	0,06433	0,03609	0,59
21	29,01	0,75	1,38	660,96	19,87	0,4	0,95	0,78518	0,06334	0,03739	0,598
22	30,03	1,02	1,37	708,39	20,14	0,3	0,92	0,84573	0,06055	0,03844	0,593
23	30,81	0,77	1,34	745,4	20,9	0,8	0,91	0,9057	0,05996	0,03938	0,581
24	31,63	0,82	1,32	785,84	22,18	1,3	0,92	0,96689	0,0612	0,04029	0,555

Dap: diámetro a la altura de pecho; Vol: Volumen; h: altura; FF: Factor de forma; ICA: Incremento corriente anual; IMA: Incremento medio anual.

Fuente: Elaboración propia (2020)

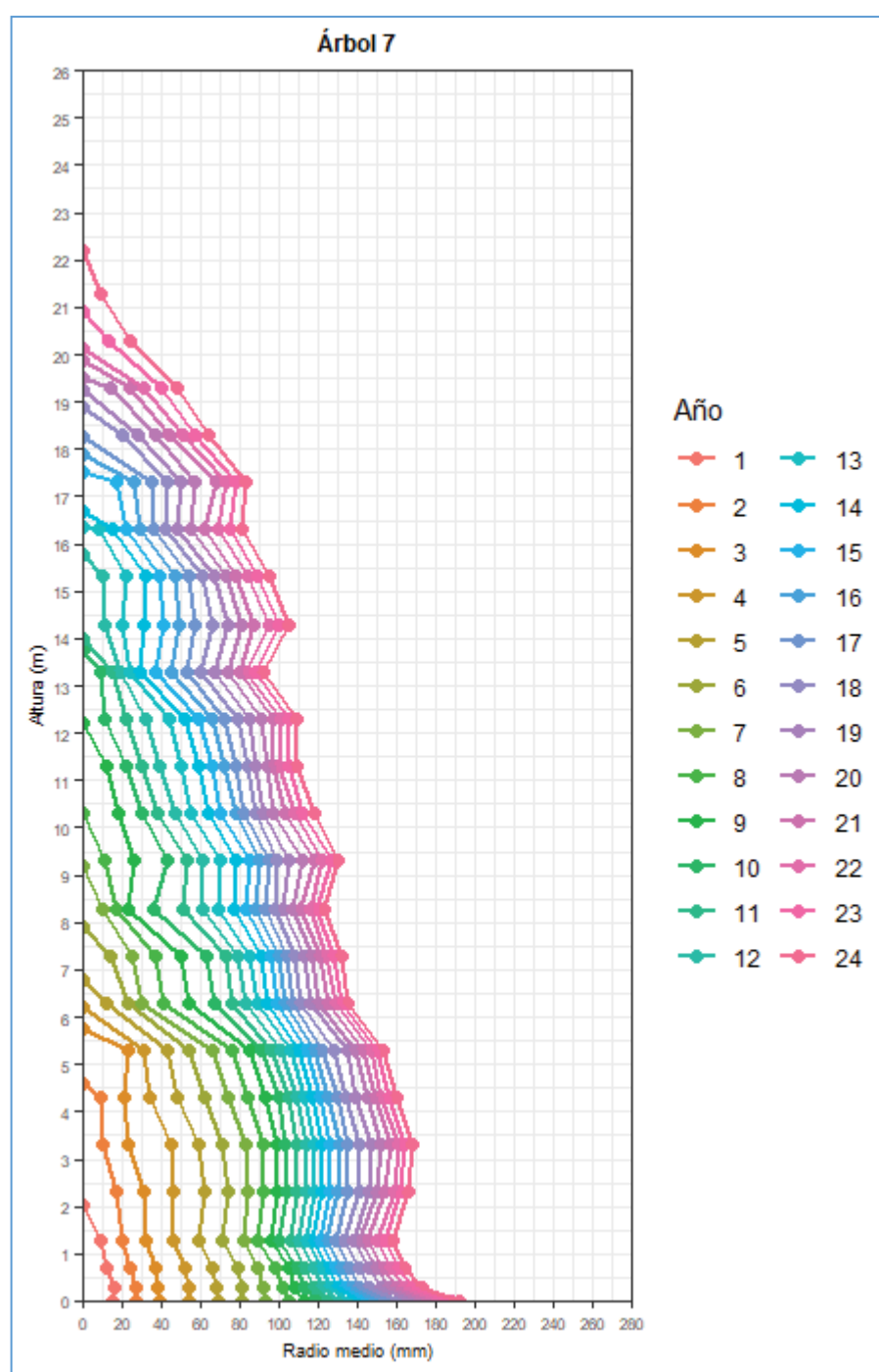


Fuente: Elaboración propia (2020)



Fuente: Elaboración propia (2020)

FIGURA A15. PERFIL LONGITUDINAL ÁRBOL 7



Fuente: Elaboración propia (2020)

ADJUNTO N° 5

CENSO <i>Araucaria angustifolia</i> - OXAPAMPA										
Número	Columna	Arbol	DAP	Altura total	Altura inser. Copa	Altura comercial	RADIOS DE COPA			
							N	S	E	O
			cm	m	m	m	m	m	m	m
1	Columna 1	3	55,0	19,0	11,0	10,7	8,0	3,2	3,3	4,8
2	Columna 1	4	55,0	18,0	12,0	11,7	6,2	5,5	5,0	3,4
3	Columna 1	5	58,0	18,0	12,7	12,4	9,0	6,0	9,0	6,0
4	Columna 1	6	42,0	20,0	12,7	12,4	6,6	4,1	4,4	3,5
5	Columna 1	7	50,5	19,5	12,5	12,2	6,8	3,8	4,2	3,8
6	Columna 1	8	48,0	18,0	13,5	13,2	6,8	4,6	5,0	4,0
7	Columna 1	9	61,0	23,0	13,5	13,2	6,7	3,3	5,2	4,6
8	Columna 1	10	52,5	22,5	15,0	14,7	7,0	3,4	6,2	3,0
9	Columna 1	11	55,5	21,0	16,0	15,7	4,2	4,2	3,4	2,5
10	Columna 1	12	51,0	22,5	15,0	14,7	7,4	5,2	3,0	5,4
11	Columna 1	13	54,5	20,5	13,0	12,7	7,0	3,8	2,4	3,5
12	Columna 1	14	53,0	20,0	13,0	12,7	6,5	5,0	5,4	4,4
13	Columna 1	15	60,0	23,0	15,0	14,7	6,0	6,5	6,4	5,0
14	Columna 1	17	60,0	22,0	15,0	14,7	6,2	5,2	4,5	4,8
15	Columna 1	18	69,0	23,0	15,5	15,2	6,8	6,3	6,6	4,5
16	Columna 1	19	46,0	18,5	12,0	11,7	4,7	3,3	6,6	1,7
17	Columna 1	20	52,5	19,0	12,0	11,7	5,7	2,4	6,4	4,5
18	Columna 1	21	40,5	21,5	14,0	13,7	6,4	5,1	3,6	3,0
19	Columna 1	22	56,0	21,7	14,0	13,7	6,1	7,4	3,6	4,6
20	Columna 1	23	54,5	20,0	13,5	13,2	7,2	5,3	5,9	3,4
21	Columna 1	24	40,0	20,7	13,5	13,2	7,0	5,4	4,8	4,2
22	Columna 1	25	63,0	23,1	15,5	15,2	7,1	6,3	5,0	4,0
23	Columna 1	26	49,5	22,0	15,0	14,7	6,2	7,3	3,4	2,5
24	Columna 1	27	52,5	23,8	15,0	14,7	8,4	5,5	4,0	4,4
25	Columna 1	28	59,0	25,6	17,5	17,2	7,0	8,0	3,9	3,6
26	Columna 1	29	46,0	23,4	17,5	17,2	7,3	4,2	3,2	3,6
27	Columna 1	30	55,5	22,3	16,5	16,2	3,6	2,9	3,7	3,4
28	Columna 2	1	57,5	20,0	9,5	9,2	2,2	2,8	2,3	3,0
29	Columna 2	3	58,5	22,0	8,5	8,2	17,0	3,5	2,8	2,2
30	Columna 2	4	49,0	22,5	8,5	8,2	2,5	3,0	3,0	2,0
31	Columna 2	5	46,5	23,0	9,0	8,7	4,6	4,0	7,5	3,2
32	Columna 2	7	58,7	19,5	9,5	9,2	4,8	3,7	4,2	5,1
33	Columna 2	8	34,0	16,0	8,0	7,7	4,3	1,7	2,2	2,5
34	Columna 2	9	60,5	21,0	9,0	8,7	5,6	5,7	3,7	6,0
35	Columna 2	10	55,5	22,0	9,0	8,7	5,0	6,3	5,6	2,8
36	Columna 2	13	51,0	17,0	9,5	9,2	3,6	5,0	4,3	4,5
37	Columna 2	14	49,0	18,0	11,0	10,7	4,5	5,3	4,5	5,0
38	Columna 2	16	46,5	21,0	9,5	9,2	5,2	4,7	5,2	4,8
39	Columna 2	18	52,0	21,5	9,0	8,7	4,5	3,5	4,6	6,2
40	Columna 2	19	38,5	20,0	10,0	9,7	3,2	4,8	3,4	3,2
41	Columna 2	20	46,0	20,0	9,0	8,7	4,8	3,8	6,7	3,0
42	Columna 2	23	56,0	20,0	9,0	8,7	3,8	6,5	5,4	5,5
43	Columna 2	24	24,0	17,0	8,0	7,5	3,5	4,2	4,7	4,0
44	Columna 2	25	50,5	20,5	10,5	10,2	4,6	3,2	4,6	5,7
45	Columna 2	26	34,5	18,5	8,5	8,2	2,6	3,8	3,0	2,7
46	Columna 2	29	48,0	21,0	9,0	8,7	3,6	6,8	3,2	5,5

47	Columna 2	30	40,0	20,0	9,0	8,7	3,5	3,3	3,4	2,8
48	columna 3	2	51,5	18,0	11,0	11,0	4,2	2,3	2,9	5,0
49	Columna 3	4	39,3	21,0	12,0	12,0	2,8	4,0	2,7	5,0
50	Columna 3	5	54,5	22,0	11,5	11,5	3,6	3,2	3,8	4,2
51	Columna 3	6	41,0	22,0	11,5	11,5	4,2	4,7	4,0	3,3
52	Columna 3	7	39,0	18,0	11,5	11,5	4,3	4,5	4,2	3,7
53	Columna 3	8	47,0	19,0	11,0	11,0	4,3	6,6	4,3	4,5
54	Columna 3	9	39,5	20,0	12,5	12,5	3,8	4,4	4,8	2,4
55	Columna 3	11	35,5	19,0	11,5	11,5	3,5	3,9	3,3	3,4
56	Columna 3	12	43,0	19,0	11,0	11,0	5,7	4,9	5,2	4,0
57	Columna 3	14	46,0	21,0	12,0	12,0	3,2	4,4	3,2	3,9
58	Columna 3	15	40,5	18,0	11,5	11,5	5,7	4,4	5,3	3,8
59	Columna 3	17	47,0	21,0	12,0	12,0	4,7	3,6	4,4	4,8
60	Columna 3	20	38,5	21,0	13,0	13,0	3,7	2,1	2,4	3,1
61	Columna 3	21	46,5	18,0	13,0	13,0	3,1	2,8	2,4	3,4
62	Columna 3	22	40,0	21,0	12,5	12,5	4,8	2,5	4,0	3,3
63	Columna 3	27	51,0	21,0	11,0	11,0	4,2	4,5	4,7	6,8
64	Columna 3	30	48,0	22,0	10,0	10,0	2,6	3,2	3,5	5,9
65	Columna 4	5	51,5	23,0	10,5	11,0	2,4	3,5	2,4	3,8
66	Columna 4	9	45,0	18,0	11,4	12,0	3,8	5,4	3,9	4,1
67	Columna 4	10	45,0	16,0	10,0	9,5	2,3	2,9	2,7	3,7
68	Columna 4	11	28,5	14,0	10,0	9,5	4,6	2,4	4,5	3,3
69	Columna 4	12	29,5	17,0	11,0	10,4	1,9	2,4	2,5	3,2
70	Columna 4	13	43,5	20,0	11,5	11,3	3,1	3,3	5,0	3,1
71	Columna 4	15	45,0	18,5	11,5	11,3	3,7	4,9	4,4	4,7
72	Columna 4	17	54,5	23,0	12,0	11,5	4,5	5,5	4,0	5,8
73	Columna 4	18	44,0	20,0	12,0	11,5	4,4	4,4	3,2	3,4
74	Columna 4	19	43,5	19,0	12,0	11,4	5,5	4,7	3,4	2,9
75	Columna 4	20	31,5	22,0	12,0	11,3	2,9	2,3	2,5	3,2
76	Columna 4	21	38,0	19,0	12,5	12,0	2,7	3,4	2,7	2,3
77	Columna 4	22	36,5	20,0	12,5	12,5	3,8	4,8	3,1	4,6
78	Columna 4	27	50,0	23,0	10,0	10,0	3,3	4,0	5,8	5,4
79	Columna 4	30	51,0	21,0	11,0	11,0	2,8	4,5	2,7	3,7
80	Columna 5	1	49,0	10,0	9,6	8,5	3,2	2,0	2,5	3,0
81	Columna 5	3	47,0	12,0	9,5	7,5	4,6	4,5	4,3	6,5
82	Columna 5	6	45,0	13,5	11,0	9,0	5,2	4,7	4,4	5,0
83	Columna 5	7	52,0	14,0	11,0	10,0	6,6	3,7	4,2	6,9
84	Columna 5	9	46,0	13,5	11,0	10,0	3,8	6,0	3,8	2,8
85	Columna 5	10	54,0	14,0	11,0	9,0	4,7	4,0	5,1	4,5
86	Columna 5	11	46,0	14,0	11,0	9,0	3,3	3,4	3,9	3,1
87	Columna 5	12	35,0	14,0	10,0	9,0	3,5	4,4	2,6	2,9
88	Columna 5	13	36,0	13,0	11,0	9,0	2,9	4,3	3,5	3,0
89	Columna 5	14	33,0	12,0	10,0	8,0	3,2	3,1	3,6	2,3
90	Columna 5	16	52,0	16,0	11,0	10,0	4,5	2,8	3,8	4,9
91	Columna 5	18	31,0	13,0	11,0	10,0	3,2	3,3	5,2	3,0
92	Columna 5	20	44,0	13,5	11,0	10,0	3,2	3,7	5,2	3,0
93	Columna 5	24	42,0	14,0	12,0	11,0	4,0	2,5	3,0	3,1
94	Columna 5	25	43,0	15,0	13,0	12,0	2,3	2,9	2,5	2,6
95	Columna 5	26	53,0	15,0	12,0	10,0	3,5	2,5	2,4	2,7
96	Columna 5	27	39,0	15,0	13,0	11,5	2,7	2,0	3,1	3,8
97	Columna 5	28	45,0	15,0	11,0	9,0	3,2	2,4	2,9	3,7
98	Columna 6	1	64,0	17,0	11,0	9,0	3,5	3,8	2,4	3,5
99	Columna 6	2	51,0	16,0	14,0	12,5	2,8	2,4	2,2	3,0

100	Columna 6	3	33,0	16,0	12,0	10,0	2,4	2,3	2,1	2,2
101	Columna 6	4	55,0	18,0	11,0	8,0	3,3	2,0	2,5	3,1
102	Columna 6	6	45,0	16,0	14,0	12,5	2,3	2,2	2,1	3,6
103	Columna 6	7	36,0	14,0	10,0	8,5	2,0	2,3	3,6	2,6
104	Columna 6	9	40,0	14,0	11,0	10,0	3,2	4,5	2,8	4,3
105	Columna 6	11	50,0	16,0	11,0	9,5	3,0	3,8	3,4	3,2
106	Columna 6	12	45,0	16,0	11,0	9,5	2,6	2,5	2,8	2,7
107	Columna 6	13	36,0	16,0	10,0	8,5	1,9	2,3	2,1	2,0
108	Columna 6	14	37,0	15,0	12,0	10,5	2,6	2,2	3,3	1,6
109	Columna 6	15	28,0	13,0	10,0	9,5	3,2	2,1	0,8	2,7
110	Columna 6	16	50,0	16,0	12,0	10,5	1,8	2,7	2,6	3,0
111	Columna 6	17	33,0	14,0	11,0	9,5	4,0	2,2	3,3	2,7
112	Columna 6	18	47,0	15,0	12,0	10,5	2,4	3,7	1,7	3,1
113	Columna 6	19	59,0	16,0	13,0	12,5	2,4	4,2	1,7	3,1
114	Columna 6	20	34,0	16,0	11,0	9,5	2,5	2,5	2,5	1,0
115	Columna 6	21	29,0	13,0	10,0	9,5	2,5	3,1	2,7	2,8
116	Columna 6	22	48,0	16,0	12,0	10,0	2,6	3,7	3,3	2,5
117	Columna 6	23	46,0	16,0	12,0	11,0	2,2	3,5	3,6	3,1
118	Columna 6	24	31,0	16,0	12,0	11,0	2,0	2,3	2,2	1,7
119	Columna 6	25	46,0	16,0	13,0	11,5	2,0	2,3	3,5	3,5
120	Columna 6	30	54,0	16,0	11,0	9,5	2,0	2,3	3,5	3,5
121	Columna 7	2	57,0	17,0	14,5	12,5	3,1	3,2	3,9	3,8
122	columna 7	4	47,0	19,0	12,8	10,0	2,1	3,3	1,7	1,8
123	columna 7	5	48,5	20,0	15,5	13,0	3,1	2,8	2,5	2,4
124	columna 7	6	48,0	20,0	12,0	11,0	1,1	2,9	2,8	2,4
125	columna 7	7	45,0	19,0	14,0	10,5	3,0	5,2	3,9	3,8
126	columna 7	10	39,0	17,0	9,5	8,5	3,1	2,2	2,9	3,4
127	columna 7	13	44,0	18,0	12,0	8,5	1,9	3,8	1,9	3,1
128	columna 7	14	47,5	18,0	10,5	9,7	3,3	2,5	3,4	2,4
129	columna 7	15	30,5	18,0	13,5	13,0	1,5	1,1	2,0	1,0
130	columna 7	16	45,0	19,0	10,0	9,1	2,1	3,0	4,2	2,9
131	columna 7	18	46,0	20,0	9,0	7,5	1,8	3,7	2,0	4,8
132	columna 7	19	47,5	18,0	10,5	9,5	2,2	3,9	3,7	2,3
133	columna 7	21	50,5	18,0	13,0	3,2	3,7	2,3	2,4	4,2
134	columna 7	23	43,5	18,0	9,5	9,2	1,8	3,0	2,1	2,6
135	columna 7	24	41,0	19,0	10,0	9,5	2,3	2,1	2,0	0,9
136	columna 7	26	59,5	20,0	12,5	12,3	4,5	4,5	3,7	4,5
137	columna 7	27	46,8	20,0	13,0	12,5	4,8	4,8	2,8	2,4
138	columna 7	30	44,0	18,0	10,0	9,5	1,5	4,2	2,5	2,0
139	Columna 8	1	64,0	12,5	7,0	6,8	8,1	3,9	2,9	2,5
140	Columna 8	2	54,0	18,3	13,2	12,0	2,0	2,8	1,6	1,3
141	Columna 8	3	45,0	23,0	15,0	14,0	1,5	3,6	4,3	4,1
142	Columna 8	5	56,5	23,0	16,5	16,0	2,1	3,9	3,8	3,0
143	Columna 8	7	39,0	16,5	9,0	10,4	3,8	3,3	2,9	3,9
144	Columna 8	10	47,0	21,0	11,0	10,5	2,0	3,0	2,2	2,9
145	Columna 8	11	43,0	19,0	12,8	10,8	4,4	2,8	3,9	2,3
146	Columna 8	12	54,0	17,0	13,0	11,5	1,5	2,0	2,1	1,1
147	Columna 8	14	42,0	20,0	15,0	13,5	2,2	2,6	2,7	3,2
148	Columna 8	15	49,0	14,5	12,0	11,5	2,5	4,6	2,9	3,5
149	Columna 8	19	31,0	20,0	17,3	10,0	2,0	2,0	2,4	1,9
150	Columna 8	21	43,0	19,0	18,5	15,0	2,3	2,0	2,2	1,9
151	Columna 8	24	46,0	19,5	12,8	12,6	2,9	3,5	3,1	4,0
152	Columna 8	25	49,0	17,0	12,8	11,0	2,6	3,9	2,3	3,6

153	Columna 8	26	48,5	20,0	16,0	11,0	2,7	2,3	3,1	2,7
154	Columna 8	28	42,0	16,5	14,0	10,0	0,8	0,7	0,9	0,4
155	Columna 8	29	48,0	10,5	13,5	13,2	4,7	3,4	4,2	3,4
156	Columna 9	1	59,0	14,0	10,0	9,6	6,8	5,3	6,3	7,6
157	Columna 9	3	44,0	15,0	11,0	11,0	3,4	4,7	2,7	3,8
158	Columna 9	6	53,0	16,0	10,5	8,0	5,1	4,5	7,2	4,9
159	Columna 9	10	53,5	18,0	12,3	8,0	2,7	3,9	3,2	3,9
160	Columna 9	12	48,0	16,0	12,8	8,0	3,4	3,4	4,0	5,4
161	Columna 9	13	49,5	20,0	13,1	8,3	4,8	3,2	4,4	4,3
162	Columna 9	14	34,5	16,0	14,0	8,5	3,5	4,2	3,1	3,5
163	Columna 9	18	47,8	15,8	11,5	9,0	4,9	3,9	4,8	3,4
164	Columna 9	20	47,5	16,5	13,0	10,0	3,5	4,3	3,8	3,2
165	Columna 9	22	58,0	16,0	11,8	9,0	2,8	3,6	3,3	4,2
166	Columna 9	23	52,3	17,5	13,0	8,5	2,9	3,0	3,5	2,9
167	Columna 9	24	49,5	16,0	14,0	9,8	3,7	4,9	4,4	4,6
168	Columna 9	26	51,5	15,5	13,5	8,0	3,2	2,2	3,4	3,1
169	Columna 9	28	60,5	15,7	13,7	9,5	4,8	3,5	4,6	5,3
170	Columna 9	29	59,5	15,0	12,0	8,0	5,4	5,0	4,7	3,2
171	Columna 9	30	47,0	14,0	11,0	7,5	4,3	4,5	4,4	3,6
172	Columna 10	7	44,5	15,0	13,5	10,0	2,8	1,7	3,4	2,2
173	Columna 10	8	59,0	18,0	12,8	10,0	5,9	3,8	5,3	3,5
174	Columna 10	10	50,9	21,0	14,0	11,0	3,6	5,8	4,1	5,8
175	Columna 10	11	44,5	19,0	12,5	10,5	3,5	3,3	4,1	3,9
176	Columna 10	12	48,4	24,0	18,0	17,5	4,5	4,2	4,9	5,1
177	Columna 10	14	36,3	17,0	13,0	10,0	1,8	1,5	1,2	0,8
178	Columna 10	15	51,6	19,0	16,0	14,0	5,5	3,3	4,5	4,5
179	Columna 10	18	44,8	19,0	14,8	13,1	4,2	2,1	1,2	3,8
180	Columna 10	19	57,8	21,8	12,0	11,0	4,8	5,0	5,2	4,3
181	Columna 10	21	30,9	16,0	13,0	10,0	3,8	3,2	2,8	3,9
182	Columna 10	22	37,9	19,5	15,0	11,5	3,0	3,5	3,9	3,5
183	Columna 10	23	28,2	18,0	13,5	11,0	1,8	3,0	2,4	2,5
184	Columna 10	24	45,9	19,0	14,0	13,5	4,3	6,4	4,7	7,8
185	Columna 10	25	44,1	20,5	11,0	13,0	5,5	5,2	3,3	4,8
186	Columna 10	26	52,7	20,5	16,8	7,5	4,7	6,6	4,6	5,6
187	Columna 11	3	40,5	23,5	11,8	11,5	2,4	2,1	3,9	2,6
188	Columna 11	6	46,5	23,0	11,0	10,7	2,8	2,6	3,4	2,4
189	Columna 11	7	49,5	24,0	12,0	11,7	4,0	4,2	2,7	2,6
190	Columna 11	8	38,0	26,0	11,5	11,2	1,7	3,2	2,6	1,9
191	Columna 11	9	44,5	22,8	12,0	11,7	3,5	3,0	4,1	2,2
192	Columna 11	11	41,0	21,0	9,5	9,2	1,8	4,2	4,4	2,1
193	Columna 11	13	42,0	21,0	10,0	9,7	3,6	4,4	4,2	2,5
194	Columna 11	15	47,5	18,7	10,0	9,7	2,3	4,3	2,5	5,6
195	Columna 11	16	48,0	22,0	10,0	9,7	3,5	4,5	3,0	4,3
196	Columna 11	17	45,0	20,0	11,2	10,9	6,8	4,6	4,2	3,0
197	Columna 11	18	41,0	19,5	10,2	9,9	4,5	4,0	5,3	5,0
198	Columna 11	19	29,0	14,5	10,0	9,7	3,7	5,8	4,8	3,6
199	Columna 11	20	31,5	19,0	9,5	9,2	5,4	5,5	4,5	4,8
200	Columna 11	21	45,0	20,0	9,5	9,2	5,2	4,6	4,0	5,6
201	Columna 11	22	28,0	20,6	10,0	9,7	2,3	3,6	4,2	3,4
202	Columna 11	24	32,5	17,0	9,0	8,7	2,3	2,7	2,4	4,1
203	Columna 11	25	34,0	21,0	15,5	12,3	4,3	3,7	2,7	4,2
204	Columna 11	27	37,0	18,0	6,0	5,7	6,2	4,6	3,0	4,8
205	Columna 11	28	47,5	21,0	3,0	2,7	7,2	4,4	7,3	4,8

206	Columna 12	3	47,0	16,0	8,0	7,7	3,0	3,5	2,4	4,5
207	Columna 12	4	41,0	15,5	8,0	7,7	5,3	3,4	7,4	3,3
208	Columna 12	7	45,0	17,5	9,0	8,7	2,8	2,7	3,6	4,5
209	Columna 12	8	43,0	17,6	9,5	9,2	2,8	4,4	5,0	2,4
210	Columna 12	10	38,5	15,0	9,0	8,7	3,2	3,3	3,3	3,3
211	Columna 12	11	32,5	14,0	7,0	6,7	2,9	3,0	2,4	2,2
212	Columna 12	12	43,0	14,5	7,5	7,2	3,5	4,9	4,6	3,3
213	Columna 12	16	26,0	12,5	7,0	6,7	3,0	5,3	3,4	4,8
214	Columna 12	17	61,0	14,0	7,5	7,2	4,0	7,2	3,8	5,5
215	Columna 12	18	45,0	17,0	10,0	9,7	3,6	3,6	5,3	3,6
216	Columna 12	21	39,0	16,0	9,7	9,4	3,7	3,8	1,9	4,5
217	Columna 12	22	43,0	16,0	9,5	9,2	4,3	3,9	3,2	4,0
218	Columna 12	23	40,0	18,0	10,0	9,7	3,9	2,4	3,0	3,3
219	Columna 12	24	26,0	18,0	9,5	9,2	3,2	3,2	2,5	3,0
220	Columna 12	25	44,5	18,5	9,5	9,2	3,6	3,7	3,3	3,8
221	Columna 12	26	43,0	16,5	9,5	9,2	4,0	3,3	4,5	3,4
222	Columna 12	28	51,0	20,0	9,0	8,7	3,5	4,3	3,3	3,3
223	Columna 12	29	51,0	20,0	10,0	9,7	3,5	3,7	6,0	3,6
224	Columna 13	1	45,5	18,0	10,0	9,4	4,1	3,3	2,8	4,4
225	Columna 13	2	56,4	16,0	10,5	10,2	5,0	3,2	5,0	3,5
226	Columna 13	4	45,0	19,0	10,5	10,4	3,5	4,9	3,6	3,5
227	Columna 13	5	59,0	20,0	11,5	11,5	4,4	3,7	3,7	4,5
228	Columna 13	6	47,0	19,5	12,0	12,0	5,0	4,3	3,9	3,2
229	Columna 13	7	41,5	18,5	12,0	12,0	3,2	3,2	3,6	3,3
230	Columna 13	9	46,5	17,0	12,5	12,5	3,8	2,5	3,0	3,2
231	Columna 13	10	39,0	17,5	10,0	9,5	3,7	2,5	4,5	2,9
232	Columna 13	12	48,0	19,0	11,3	11,2	3,3	3,2	4,8	3,2
233	Columna 13	14	52,5	21,0	11,5	11,5	4,6	6,8	4,8	5,0
234	Columna 13	18	49,0	18,5	12,0	11,5	3,6	4,1	5,0	4,7
235	Columna 13	19	38,5	17,0	11,5	11,3	4,7	4,0	4,5	2,8
236	Columna 13	20	49,0	17,0	11,5	11,4	4,8	3,8	4,4	3,6
237	Columna 13	22	45,5	18,0	11,5	11,3	2,7	3,0	2,5	3,9
238	Columna 13	23	52,0	17,5	11,5	11,2	4,0	3,3	4,4	3,5
239	Columna 13	25	44,5	17,0	11,5	11,3	3,5	4,0	3,4	4,4
240	Columna 13	26	42,5	18,0	12,0	11,5	2,5	3,8	2,8	2,0
241	Columna 13	27	48,0	17,5	11,0	10,4	3,7	2,6	3,3	3,2
242	Columna 13	29	55,5	18,0	11,0	10,5	3,2	3,2	5,4	3,5
243	Columna 14	1	50,1	20,0	5,5	5,3	4,9	3,7	3,4	7,6
244	Columna 14	3	35,5	17,0	10,5	10,2	4,5	3,6	4,2	2,6
245	Columna 14	5	53,0	19,0	11,0	10,4	2,8	2,9	4,1	4,2
246	Columna 14	6	31,0	19,5	12,0	11,3	2,5	2,1	2,6	2,0
247	Columna 14	7	38,5	18,5	12,0	11,5	3,3	4,9	4,2	2,9
248	Columna 14	8	39,5	16,5	12,5	12,2	3,0	3,9	3,3	2,5
249	Columna 14	9	47,0	17,0	13,4	13,3	3,6	3,3	3,8	3,0
250	Columna 14	10	41,0	18,0	13,4	13,3	3,8	3,5	3,2	2,5
251	Columna 14	11	41,0	18,0	13,0	12,5	3,4	2,5	2,8	3,1
252	Columna 14	12	52,5	20,0	13,0	12,5	3,8	3,3	5,2	3,2
253	Columna 14	13	39,0	19,0	13,0	12,5	4,4	3,0	5,0	3,0
254	Columna 14	17	51,0	20,0	12,0	11,5	5,1	2,9	2,2	6,2
255	Columna 14	18	45,0	18,0	12,0	11,4	3,0	3,0	3,4	2,7
256	Columna 14	20	24,0	16,0	10,0	9,8	2,1	2,7	1,4	3,6
257	Columna 14	21	47,0	19,0	10,0	9,9	3,8	4,0	2,9	3,4
258	Columna 14	22	54,0	18,0	11,0	10,5	2,9	3,1	3,7	3,3

259	Columna 14	23	39,0	17,5	11,5	11,4	2,5	2,7	2,8	2,8
260	Columna 14	24	39,5	17,0	11,0	10,4	3,2	3,2	2,8	2,5
261	Columna 14	25	59,5	19,0	11,0	10,5	4,2	4,5	4,0	4,1
262	Columna 14	27	38,0	16,0	10,5	10,3	2,8	4,4	2,6	4,5
263	Columna 14	28	52,5	18,0	10,0	9,5	4,1	5,0	2,6	4,2
264	Columna 14	29	58,0	18,0	10,0	9,5	3,4	5,8	4,5	2,4
265	Columna 15	1	56,0	17,0	10,0	8,5	4,5	4,0	2,7	6,6
266	Columna 15	2	50,0	16,0	10,0	8,5	4,0	2,5	3,1	4,3
267	Columna 15	3	41,0	17,0	10,0	8,5	2,6	2,3	2,6	2,2
268	Columna 15	4	47,0	16,0	11,0	9,5	3,6	3,0	2,6	2,8
269	Columna 15	5	47,0	16,0	10,0	8,5	3,0	2,6	3,1	2,6
270	Columna 15	10	46,0	16,0	11,0	9,0	3,8	3,4	2,5	4,1
271	Columna 15	11	36,0	17,0	12,0	9,5	2,1	2,4	2,0	3,6
272	Columna 15	12	41,0	17,0	13,0	11,5	2,8	2,7	3,0	3,7
273	Columna 15	13	43,0	16,0	12,0	10,0	3,2	3,5	3,3	3,4
274	Columna 15	14	29,0	14,0	10,0	8,5	3,1	2,4	2,7	3,0
275	Columna 15	16	45,0	17,0	13,0	11,5	4,3	1,9	4,2	2,4
276	Columna 15	17	43,0	17,0	11,0	9,0	4,0	2,6	3,2	4,8
277	Columna 15	18	42,0	18,0	11,0	9,0	3,4	2,1	2,2	3,0
278	Columna 15	19	41,0	17,0	12,0	10,0	3,5	3,3	3,7	2,6
279	Columna 15	21	15,0	17,0	12,0	10,5	3,1	2,6	3,3	2,3
280	Columna 15	22	29,0	16,0	12,0	10,5	2,2	2,0	2,3	1,8
281	Columna 15	23	65,0	18,0	14,0	12,0	3,8	4,9	4,5	5,0
282	Columna 15	24	30,0	15,0	10,0	8,5	3,2	3,4	3,2	1,7
283	Columna 16	2	56,0	18,0	15,0	14,5	3,2	4,6	3,5	3,4
284	Columna 16	3	49,0	19,0	16,0	14,5	3,0	3,8	2,1	3,5
285	Columna 16	4	51,0	19,0	16,0	14,5	3,5	4,1	5,0	3,1
286	Columna 16	6	45,0	18,0	13,5	12,5	3,4	2,1	3,5	2,7
287	Columna 16	7	55,0	19,0	13,5	12,5	2,1	3,1	2,5	2,6
288	Columna 16	8	51,0	18,0	14,0	12,5	2,7	2,6	2,5	3,1
289	Columna 16	9	39,0	18,0	14,0	12,5	3,3	4,4	3,1	3,2
290	Columna 16	10	34,0	17,0	15,0	14,5	3,0	3,8	2,1	3,0
291	Columna 16	11	47,0	19,0	16,0	14,5	3,2	4,6	3,0	2,7
292	Columna 16	13	44,0	17,0	15,0	14,5	5,4	2,5	4,3	4,8
293	Columna 16	14	49,0	19,0	16,5	16,0	3,2	3,2	4,3	4,8
294	Columna 16	15	40,0	18,0	14,5	14,0	3,7	3,4	4,2	4,2
295	Columna 16	16	49,0	18,5	14,0	13,5	3,7	3,5	3,8	3,8
296	Columna 16	17	54,0	19,0	16,0	15,5	3,5	4,9	3,0	2,6
297	Columna 16	19	45,0	18,0	15,0	14,5	2,6	3,7	2,8	3,1
298	Columna 16	20	59,0	18,0	13,0	12,5	3,6	4,9	3,1	5,5
299	Columna 16	21	28,0	15,0	13,0	12,5	2,6	1,6	3,2	1,7
300	Columna 16	22	53,0	16,0	11,0	9,5	2,8	3,4	3,0	3,1
301	Columna 16	23	40,0	16,0	11,0	9,5	2,5	3,8	2,3	4,7
302	Columna 16	25	50,0	18,5	13,0	11,5	4,6	3,8	2,8	4,6
303	Columna 16	26	50,0	18,0	13,0	11,5	4,5	5,5	4,4	3,9
304	Columna 16	27	51,0	18,0	14,0	12,0	4,7	4,0	4,2	5,0
305	Columna 16	28	48,0	18,0	12,0	10,5	5,3	2,9	2,2	3,6
306	Columna 16	29	40,0	15,0	13,0	11,5	3,4	3,6	3,3	3,3
307	Columna 17	1	47,5	13,5	10,0	7,5	2,0	6,0	4,9	2,0
308	Columna 17	2	51,5	15,0	12,4	8,0	4,2	4,9	2,7	3,7
309	Columna 17	5	43,5	16,0	14,1	11,0	2,0	3,2	3,7	2,4
310	Columna 17	6	47,0	17,5	15,4	12,8	2,1	2,0	2,1	1,9
311	Columna 17	7	48,0	18,0	14,6	11,0	2,0	2,6	2,1	2,2

312	Columna 17	8	41,0	16,0	12,2	9,5	3,1	1,8	2,3	2,2
313	Columna 17	9	33,5	15,0	12,9	11,3	2,2	2,0	1,7	2,4
314	Columna 17	11	42,0	16,0	13,6	10,8	3,1	3,6	2,6	3,9
315	Columna 17	14	50,5	18,0	15,1	11,5	3,2	3,3	3,0	4,0
316	Columna 17	16	43,0	18,0	14,9	11,8	3,9	4,0	4,0	2,8
317	Columna 17	18	37,0	17,0	13,1	9,6	2,9	2,8	3,6	4,2
318	Columna 17	21	37,0	16,0	12,5	11,0	3,6	3,0	2,5	3,3
319	Columna 17	22	41,5	16,0	13,0	12,5	3,6	3,9	3,0	5,4
320	Columna 17	24	36,5	17,0	12,6	12,1	2,6	3,2	3,3	2,9
321	Columna 18	1	54,0	14,0	8,2	4,5	3,6	3,5	6,0	3,6
322	Columna 18	3	48,0	16,0	10,6	9,7	3,4	3,6	2,1	2,0
323	Columna 18	4	47,0	16,0	12,5	10,0	3,0	4,2	2,7	1,7
324	Columna 18	5	46,5	19,5	15,2	12,0	2,5	3,5	2,8	5,2
325	Columna 18	6	44,5	19,3	15,7	11,0	2,5	2,6	2,6	3,0
326	Columna 18	7	47,5	16,0	9,8	8,0	3,7	2,4	1,7	3,4
327	Columna 18	9	40,5	16,0	11,4	8,0	2,3	3,2	3,5	2,1
328	Columna 18	10	40,0	16,0	12,6	10,0	2,6	4,3	2,4	2,1
329	Columna 18	12	41,5	17,5	11,0	9,5	2,8	3,2	3,2	4,1
330	Columna 18	13	50,0	19,0	13,5	13,2	3,4	4,6	3,9	3,2
331	Columna 18	14	41,5	18,0	13,3	10,4	2,9	2,8	2,1	3,9
332	Columna 18	15	40,5	17,5	12,0	8,9	4,4	4,1	2,9	3,0
333	Columna 18	17	44,0	18,0	13,0	11,0	3,2	3,6	3,0	2,7
334	Columna 18	18	55,5	19,5	15,5	14,0	4,1	4,3	3,6	2,8
335	Columna 18	19	44,0	20,0	15,5	13,0	2,9	3,8	2,5	2,7
336	Columna 18	20	47,0	19,0	12,0	13,0	2,5	3,9	2,2	3,7
337	Columna 18	21	22,5	14,5	9,9	4,0	1,7	2,0	2,1	1,8
338	Columna 18	22	46,0	20,0	15,4	13,0	3,1	2,7	4,2	1,9
339	Columna 18	23	41,0	15,5	11,6	10,5	2,9	3,3	1,8	1,8
340	Columna 18	24	45,0	18,5	12,0	9,4	3,2	3,9	4,9	3,0
341	Columna 18	25	43,0	19,0	10,6	10,3	3,0	4,0	2,2	2,9
342	Columna 18	27	52,5	20,5	12,2	10,0	4,7	4,9	4,2	4,9
343	Columna 18	29	50,5	17,5	11,5	10,0	4,6	4,8	4,1	2,1
344	columna 19	1	48,5	13,7	11,0	7,0	4,8	5,4	2,9	5,6
345	Columna 19	2	57,0	15,2	12,9	7,5	5,3	3,6	4,7	4,1
346	columna 19	3	34,5	14,1	12,8	7,5	2,9	3,5	3,8	1,8
347	columna 19	4	51,0	15,5	10,5	9,5	5,2	4,7	4,8	5,8
348	columna 19	6	50,0	14,0	11,5	10,3	4,2	4,6	3,4	4,4
349	columna 19	9	56,5	16,0	14,0	8,5	5,5	4,6	4,0	4,7
350	columna 19	10	34,0	15,5	12,4	9,8	3,9	3,3	3,3	3,0
351	columna 19	11	42,0	16,5	14,0	11,0	3,6	4,4	4,4	3,1
352	columna 19	13	50,0	14,8	11,2	10,0	4,0	5,3	3,7	3,7
353	columna 19	15	42,0	14,0	10,0	9,5	15,0	3,8	4,0	3,5
354	columna 19	17	42,5	14,8	11,2	10,0	4,4	4,0	4,0	4,6
355	columna 19	18	50,3	14,7	12,7	12,0	4,1	4,3	3,8	5,6
356	columna 19	19	33,8	15,3	13,7	13,5	3,7	4,0	4,3	4,8
357	columna 19	21	45,0	16,0	13,0	10,0	3,5	3,7	4,5	4,0
358	columna 19	22	45,5	15,5	13,2	12,0	2,9	3,4	4,4	3,7
359	columna 19	23	42,3	14,6	12,5	10,0	3,3	3,8	3,4	4,2
360	columna 19	24	57,5	16,2	14,0	12,0	3,5	2,8	3,4	3,3
361	columna 19	26	56,5	14,6	12,5	11,0	4,8	3,3	6,0	4,4
362	columna 19	28	47,0	16,5	13,5	8,5	4,6	2,8	4,0	1,6
363	columna 19	29	59,5	16,5	10,0	10,0	3,2	4,5	4,5	3,3
364	Columna 20	1	57,2	15,0	7,5	7,0	5,9	4,1	5,3	8,6

365	Columna 20	3	41,5	18,0	15,5	11,5	5,2	5,9	5,5	4,4
366	Columna 20	5	45,5	19,0	16,0	12,0	4,6	3,0	4,2	3,2
367	Columna 20	7	43,0	18,5	14,5	10,5	4,4	5,3	5,2	5,2
368	Columna 20	8	53,3	17,0	15,2	11,5	4,8	5,3	4,5	5,5
369	Columna 20	9	33,0	17,0	14,0	10,0	2,5	3,0	3,2	2,0
370	Columna 20	10	39,3	17,0	12,0	9,8	3,2	3,0	3,2	4,2
371	Columna 20	11	41,5	18,0	12,0	9,8	2,8	3,1	5,7	2,6
372	Columna 20	13	59,5	21,6	13,0	8,2	4,7	4,7	6,6	6,5
373	Columna 20	14	34,2	20,8	15,4	11,6	4,4	2,7	4,6	2,6
374	Columna 20	16	63,2	23,0	16,2	15,0	6,2	7,6	6,1	6,9
375	Columna 20	19	51,0	20,5	15,0	12,5	6,8	4,4	7,3	5,1
376	Columna 20	21	41,5	19,0	14,8	12,5	2,5	4,7	3,7	5,6
377	Columna 20	22	36,0	18,0	15,0	13,0	3,7	3,1	5,0	3,4
378	Columna 20	24	50,0	19,6	15,2	13,5	4,3	4,6	3,2	5,8
379	Columna 20	25	49,0	23,5	16,8	13,8	4,0	3,7	5,3	3,9
380	Columna 20	28	59,8	20,8	13,0	10,7	7,0	4,7	5,6	6,9
381	Columna 21	1	57,5	22,0	10,0	9,9	4,5	5,8	3,8	8,3
382	Columna 21	2	51,5	23,7	10,5	10,3	4,3	6,0	4,8	3,7
383	Columna 21	4	55,0	24,0	13,0	12,7	6,1	6,0	3,7	4,5
384	Columna 21	5	52,0	26,0	13,0	12,7	4,0	5,8	4,3	5,0
385	Columna 21	6	58,2	25,0	13,0	12,0	6,0	4,2	6,2	4,5
386	Columna 21	8	27,0	23,1	11,0	10,7	2,0	2,3	1,4	2,8
387	Columna 21	9	45,0	23,3	13,0	12,7	3,0	2,3	2,5	2,4
388	Columna 21	10	36,5	23,5	13,5	13,2	2,2	2,1	1,3	2,1
389	Columna 21	11	39,5	22,0	12,0	11,7	3,1	3,6	3,8	4,3
390	Columna 21	13	51,5	23,1	11,0	10,7	4,3	3,2	3,4	6,3
391	Columna 21	14	48,0	25,0	11,5	11,2	3,2	2,9	2,6	4,0
392	Columna 21	15	38,0	20,5	11,0	10,7	6,0	2,5	3,3	3,1
393	Columna 21	16	57,0	24,0	12,0	11,7	6,1	6,7	6,8	5,2
394	Columna 21	18	50,5	22,0	12,0	11,7	7,1	4,5	4,5	5,8
395	Columna 21	20	42,0	21,5	12,0	11,7	4,1	4,4	4,1	5,3
396	Columna 21	21	48,0	23,5	10,5	10,2	4,4	4,6	5,2	5,0
397	Columna 21	22	32,0	14,5	11,0	10,7	3,5	2,5	1,8	3,3
398	Columna 21	23	50,5	22,0	12,5	12,2	5,3	3,9	3,8	5,2
399	Columna 21	24	43,5	21,0	14,0	13,7	3,3	3,3	2,7	3,8
400	Columna 21	25	49,5	22,0	13,0	12,7	3,4	5,6	4,9	4,9
401	Columna 21	26	42,0	24,5	17,0	16,7	5,2	2,3	2,7	3,8
402	Columna 22	3	49,0	18,5	10,5	10,2	6,3	4,6	5,5	6,6
403	Columna 22	7	35,5	16,0	9,5	9,2	3,7	4,6	2,4	4,2
404	Columna 22	8	37,0	16,5	9,5	9,2	2,9	3,2	2,2	2,1
405	Columna 22	9	36,0	15,0	9,5	9,2	2,6	2,4	2,3	2,7
406	Columna 22	10	30,5	17,0	10,0	9,7	2,4	2,2	1,8	2,7
407	Columna 22	11	49,5	16,3	9,0	8,7	3,8	6,2	3,3	4,8
408	Columna 22	12	43,5	16,0	9,5	9,2	4,1	5,5	2,2	2,8
409	Columna 22	13	47,3	16,0	9,5	9,2	3,0	3,8	3,9	4,0
410	Columna 22	14	35,0	15,0	9,5	9,5	2,6	4,4	2,3	3,5
411	Columna 22	15	41,0	17,0	9,1	10,7	4,3	3,3	4,2	4,2
412	Columna 22	16	36,5	17,0	9,5	9,2	2,6	5,6	3,4	4,2
413	Columna 22	17	44,5	16,0	9,5	9,2	4,1	5,5	6,2	3,7
414	Columna 22	19	47,0	18,0	10,5	10,2	4,7	5,5	4,4	5,5
415	Columna 22	21	50,0	17,5	14,0	13,7	5,1	3,5	3,5	6,8
416	Columna 22	22	45,5	17,0	9,5	9,2	3,6	4,1	2,3	4,0
417	Columna 22	23	32,0	17,5	9,5	9,2	2,6	2,1	2,6	2,2

418	Columna 22	24	44,3	16,0	10,0	9,7	4,2	5,1	7,5	3,7
419	Columna 22	29	59,5	15,5	9,0	8,7	6,2	6,0	5,0	6,1
420	Columna 23	1	59,5	21,0	11,0	10,5	5,9	4,5	3,3	7,4
421	Columna 23	2	53,5	24,0	9,0	8,5	4,1	3,6	3,8	4,3
422	Columna 23	3	41,5	23,0	10,0	9,5	3,1	4,6	2,5	3,1
423	Columna 23	4	46,5	23,0	10,5	10,4	4,7	2,9	3,5	3,1
424	Columna 23	5	49,5	24,0	11,0	10,4	5,1	4,0	2,6	4,1
425	Columna 23	6	48,0	22,0	10,0	9,5	3,3	2,7	2,4	3,7
426	Columna 23	7	58,0	23,0	10,0	9,3	3,2	4,3	5,2	3,5
427	Columna 23	9	46,5	21,0	10,0	9,4	3,3	2,9	2,8	2,9
428	Columna 23	10	36,0	20,0	10,0	9,4	3,0	3,8	4,3	3,3
429	Columna 23	13	45,5	21,0	10,0	9,2	3,1	2,5	4,6	5,3
430	Columna 23	15	29,5	19,0	11,0	10,7	2,9	3,9	2,8	3,4
431	Columna 23	16	43,5	20,0	11,0	10,6	3,1	3,6	3,3	3,7
432	Columna 23	18	42,0	19,5	11,0	10,5	3,8	4,3	4,3	4,0
433	Columna 23	20	49,5	19,0	12,0	11,4	5,1	2,8	3,6	3,6
434	Columna 23	21	43,0	18,0	11,0	10,5	2,9	5,9	4,0	3,2
435	Columna 23	23	46,0	19,0	11,0	10,4	3,8	3,3	3,8	4,1
436	Columna 23	24	39,5	17,0	10,5	10,3	4,3	3,7	5,2	3,9
437	Columna 23	26	51,0	16,5	10,0	9,7	4,0	2,1	2,6	2,6
438	Columna 23	27	49,5	16,0	11,0	13,5	3,8	3,5	3,5	3,5
439	Columna 23	28	55,5	16,0	11,0	13,5	4,5	4,1	4,1	3,0
440	Columna 24	2	51,5	21,0	7,5	7,4	1,4	7,2	4,2	3,1
441	Columna 24	4	54,5	22,0	10,0	9,9	2,5	3,9	5,2	4,3
442	Columna 24	6	45,0	23,0	11,0	10,9	2,2	2,7	2,5	4,8
443	Columna 24	7	49,5	20,0	10,0	9,8	1,6	3,3	1,7	1,8
444	Columna 24	8	40,0	20,5	10,0	9,8	3,5	3,3	2,0	2,3
445	Columna 24	9	58,0	22,0	10,5	10,4	4,3	3,6	4,9	2,9
446	Columna 24	11	56,5	21,0	10,0	9,8	4,4	6,2	2,9	4,3
447	Columna 24	12	43,5	20,0	10,0	9,8	3,0	6,4	2,6	2,6
448	Columna 24	13	44,5	21,0	10,0	9,8	3,1	2,8	2,7	4,4
449	Columna 24	14	61,0	20,0	10,0	9,8	4,5	3,0	6,4	2,5
450	Columna 24	17	44,5	19,0	10,0	9,8	2,8	2,7	3,0	3,2
451	Columna 24	18	32,0	18,5	10,0	9,8	2,5	2,0	2,3	2,6
452	Columna 24	19	49,0	19,0	11,0	10,8	4,3	2,5	2,7	3,1
453	Columna 24	20	48,5	19,5	10,0	9,8	2,7	2,2	4,7	2,8
454	Columna 24	22	45,0	18,0	11,0	10,9	3,0	2,5	2,0	2,5
455	Columna 24	23	44,0	17,5	10,5	10,4	3,1	2,2	3,1	3,0
456	Columna 24	24	42,0	17,5	10,5	10,4	2,4	1,2	4,9	1,5
457	Columna 24	27	43,0	17,0	11,0	10,8	3,9	2,8	2,0	5,2
458	Columna 24	28	31,5	16,5	11,0	10,8	2,8	2,2	4,1	2,4
459	Columna 24	29	62,5	18,0	12,0	11,8	4,6	4,0	4,3	3,3
460	Columna 25	1	62,0	18,0	12,0	10,5	3,7	3,2	3,6	2,5
461	Columna 25	3	50,0	15,0	12,0	10,5	3,2	5,1	4,1	4,3
462	Columna 25	4	55,0	18,0	12,0	10,5	3,1	2,8	2,7	4,1
463	Columna 25	6	55,0	17,0	11,0	9,5	3,3	3,9	2,6	2,8
464	Columna 25	8	55,0	17,0	11,0	9,5	4,7	3,6	3,1	2,2
465	Columna 25	9	49,0	17,5	11,0	9,5	4,0	3,6	1,2	2,6
466	Columna 25	10	48,0	15,0	10,0	8,5	3,3	2,1	3,1	1,6
467	Columna 25	13	54,0	19,0	13,0	11,5	4,1	2,6	2,1	3,6
468	Columna 25	14	54,0	20,0	13,0	11,0	3,7	3,1	2,5	3,4
469	Columna 25	17	40,0	18,0	11,0	9,5	3,1	3,6	2,7	2,0