

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE
PLANTACIONES FORESTALES DE
EUCALYPTUS GLOBULUS LABILL EN
TRES COMUNIDADES DE LA
MICROCUEENCA DE ACHAMAYO EN
CONCEPCIÓN, JUNÍN**

Presentado por:

Héctor Alva Abanto

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2015

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme la vida y el haber podido llegar hasta acá, acompañándome y protegiéndome en todo momento.

A mis padres Olga y Héctor, por su amor y por su apoyo incondicional en cada paso que doy en mi vida.

A mi hermana Maribel, por su cariño, consejos y paciencia.

A mi querida familia y amigos, quienes me quieren, apoyan y por la confianza que cada uno de ellos deposita en mí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme salud, resguardo y sabiduría y por poder brindar esta enorme satisfacción a mis seres queridos de haber culminado satisfactoriamente

A mis padres Olga Abanto Calle y Héctor Alva Heredia, porque siempre me brindaron su apoyo y aliento durante todo el desarrollo del presente trabajo.

A mi hermana Maribel Alva Abanto, por su constante apoyo y dedicación en las etapas difíciles de esta investigación.

A mi patrocinador el Ing. Ignacio Lombardi, quien me dio inmensurable, permanente y desinteresada ayuda y dedicación durante todo el proceso de elaboración de la presente Tesis.

Mi más sincero agradecimiento a los miembros de las comunidades campesinas donde se llevó a cabo la presente investigación, por su colaboración en el desarrollo de la misma. De igual manera expresar mi agradecimiento al Ing. Malpartida de AGRORURAL, por brindarme las facilidades que me permitieron realizar este trabajo en la Microcuenca de Achamayo.

A los profesores Luis Llerena, Carlos Chuquicaja y Fernando Bulnes, quienes con su orientación contribuyeron a mejorar esta investigación.

A Rocío Aldana, por su guía y apoyo para realizar la tesis.

A María Valladares, que me brindó todas las facilidades durante mi estadía en Concepción.

A mis amigos Gerson Gálvez, Eduardo Ponce de León, Dennis Plasencia, Renato Torres, Joao Plasencia, Miguel Ángel Salazar, Marco “cosito” Loaiza, Alejandro Albújar, Enrique Díaz, Diana Ayala, Mauricio Zumarán y a todos los bubus, tíos, infis, y samis.

A Ronald Torres por su ayuda en la etapa de procesamiento de datos, y

A todas aquellas personas que de alguna manera me apoyaron o me brindaron su ayuda a lo largo de este trabajo de investigación.

RESUMEN

El estudio del presente trabajo consistió en hacer un análisis del crecimiento de plantaciones forestales de *Eucalyptus globulus* Labill en 3 comunidades campesinas pertenecientes a la microcuenca de Achamayo (Concepción – Junín). Para ello se evaluó mediante un censo, la altura de todos los árboles y con la altura de los árboles dominantes (el tercio superior de cada una de ellas), se realizaron las curvas de índices de sitio proyectándolas al año 5, siguiendo para ello la metodología descrita por Clutter et al. (1983). Estos datos se recabaron de 51 parcelas cuyas edades fluctúan entre los 3 y 33 meses, cubriendo el total del área donde se encuentran las plantaciones. La función $\text{Ln}(Y) = a + b\text{Ln}X$ (donde Y es la altura y X la edad) fue la que mejor determinó el crecimiento para la predicción en altura. Asimismo se estableció que la comunidad San Antonio de Padua presenta relativamente mejor sitio que las otras dos estudiadas, de acuerdo a las proyecciones de curvas de sitio y la comparación del análisis de varianza (ANVA) realizadas en cada una de ellas. Finalmente se clasificaron unidades muestrales de acuerdo a las clases de sitio encontradas. La ecuación de índice de sitio permitió clasificar las plantaciones forestales en tres clases de sitio: alta (I), media (II) y baja (III), cuyo ámbito fue definido por la desviación estándar y el promedio de los valores de índice de sitio en todas las observaciones. Así, las parcelas cuyo índice de sitio es mayor a 1,85 metros de altura dominante a una edad base de 33 meses pertenecen a la calidad o clase de sitio alta; la clase media está comprendida entre los valores 1,14 y 1,85 m y en la clase de sitio baja, se encuentran las parcelas con una altura dominante menor a los 1,14 metros.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
1. Plantaciones Forestales	3
1.1. Objetivos de las Plantaciones Forestales	3
1.2. Productos y beneficios de las Plantaciones Forestales	4
2. Plantaciones Forestales en el Perú	4
Continuación	6
3. Sitio.....	8
3.1. Calidad de Sitio	8
3.2. Índice de Sitio.....	9
4. Métodos para la evaluación de la Calidad de sitio	10
4.1. Medición Directa de la Calidad de Sitio.....	12
4.1.1. El volumen como medida de Calidad de Sitio	12
4.2. Medición Indirecta de la Calidad de Sitio.....	13
4.2.1. La altura del rodal como medida del Índice de Sitio.....	13
4.2.2. Las plantas indicadoras como medida de Sitio	14
4.2.3. El medio ambiente como medida de Calidad de Sitio	15
5. Propiedades del suelo y sus relaciones con el índice de Sitio.....	16
5.1. Propiedades Físicas del suelo.....	16
5.1.1. Profundidad del suelo.....	17
5.1.2. Textura del suelo.....	18
5.1.3. Color del suelo	19
5.2. Propiedades Químicas del suelo	20
5.2.1. Reacción del suelo (ph).....	20
5.2.2. Nitrógeno (N).....	20
5.2.3. Fósforo.....	21
5.2.4. Potasio	21
5.2.5. Aluminio	22
5.3. Materia Orgánica	23
6. Pendiente del suelo	23
7. <i>Eucalyptus globulus</i> Labill	24
7.1. Descripción de la especie estudiada.....	24
7.1.1. Clasificación taxonómica de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill	24
7.1.2. Descripción botánica de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill	25
7.1.3. Nombres comunes.....	25
7.1.4. Origen.....	25
7.1.5. Factores limitantes.....	25
7.1.6. Requerimientos ambientales y edáficos	26
7.1.7. Vegetación asociada	26
7.1.8. Importancia Ecológica.....	27
7.1.9. Plagas y Enfermedades.....	27
7.1.10. Usos.....	28
III. Materiales y Métodos	29
1. Información general del área de estudio	29
1.1. Ubicación.....	29
1.1.1. Ubicación Política.....	29
1.1.2. Ubicación Geográfica.....	31

1.1.3.	Ubicación Hidrográfica	31
1.2.	Superficie.....	32
1.3.	Régimen de propiedad.....	32
1.4.	Clima.....	32
1.5.	Topografía y suelos.....	32
1.6.	Vegetación.....	33
1.6.1.	Vegetación arbórea nativa	33
1.6.2.	Vegetación arbustiva.....	33
1.6.3.	Vegetación herbácea	33
1.7.	Fauna silvestre.....	34
1.7.1.	Mamíferos.....	34
1.7.2.	Aves.....	34
2.	Materiales y Equipos.....	34
2.1.	Materiales.....	34
2.2.	Equipos.....	35
2.3.	Instrumentos	35
3.	Métodos.....	36
3.1.	Planificación, definición de la población y medición de las alturas de los árboles	36
3.2.	Trabajo de campo.....	36
3.2.1.	Georreferenciación de las plantaciones	41
3.2.2.	Medición de las pendientes	41
3.2.3.	Supervivencia	41
3.2.4.	Medición de la altura total de los árboles.....	41
3.2.5.	Estado Fitosanitario	41
3.2.6.	Toma de muestras de suelos y apertura de calicatas.....	41
3.3.	Trabajo de laboratorio	42
3.3.1.	Análisis de suelos	42
3.4.	Trabajo de gabinete.....	43
3.4.1.	Evaluación de los datos climáticos	43
3.4.2.	Supervivencia	43
3.4.3.	Análisis de varianza.....	44
3.4.4.	Ecuaciones de crecimiento	45
3.4.5.	Clasificación de Sitios.....	46
3.4.6.	Proyecciones de las alturas de acuerdo a los modelos estadísticos ensayados	46
3.4.7.	Comparación entre las proyecciones de las tres comunidades evaluadas de acuerdo al modelo seleccionado.....	47
IV.	Resultados y discusión.....	49
1.	Definición de la población de árboles.....	49
2.	Georreferenciación de las Plantaciones	50
Continuación	51	
Continuación	52	
3.	Medición de las pendientes.....	53
4.	Supervivencia.....	53
5.	Medición de la altura total de los árboles	54
6.	Estado fitosanitario	56
7.	Toma de muestras de suelos y apertura de calicatas.....	57
8.	Trabajo de Laboratorio.....	58
8.1.	Análisis de suelos.....	58
9.	Trabajo de Gabinete.....	58
9.1.	Evaluación de los datos climáticos.....	58
9.2.	Supervivencia.....	60
9.3.	Análisis de varianza.....	61

9.3.1.	Edad	61
9.3.2.	Altura.....	61
9.3.3.	Supervivencia	62
9.3.4.	Altitud	62
9.3.5.	Pendiente	63
9.3.6.	Porcentaje de Arena Horizonte A	63
9.3.7.	Porcentaje de Arena Horizonte B	64
9.3.8.	Porcentaje de Arcilla Horizonte A	64
9.3.9.	Porcentaje de Arcilla Horizonte B	65
9.3.10.	Porcentaje de Limo Horizonte A	65
9.3.11.	Porcentaje de Limo Horizonte B	66
9.3.12.	Ph Horizonte A	66
9.3.13.	Ph Horizonte B	67
9.3.14.	Porcentaje de MO Horizonte A	67
9.3.15.	Porcentaje de MO Horizonte B.....	68
9.3.16.	Fósforo (P en ppm) Horizonte A.....	68
9.3.17.	Fósforo (P en ppm) Horizonte B.....	69
9.3.18.	Potasio (K en ppm) Horizonte A	69
9.3.19.	Potasio (K en ppm) Horizonte B	70
9.3.20.	Aluminio (Al en meq/100 gr) Horizonte A	70
9.3.21.	Aluminio (Al en meq/100 gr) Horizonte B.....	71
9.3.22.	Nitrógeno (N) Horizonte A	71
9.3.23.	Nitrógeno (N) Horizonte B	72
9.4.	Ecuaciones de crecimiento	73
9.4.1.	Modelo Lineal.....	73
9.4.2.	Modelo Raíz Cuadrada	73
9.4.3.	Modelo Logarítmico.....	74
9.4.4.	Modelo Logarítmico.....	74
9.5.	Clasificación de Sitios	76
9.5.1.	Clase de Sitio I.....	80
9.5.2.	Clase de Sitio II	81
9.5.3.	Clase de Sitio III.....	82
9.6.	Proyecciones de las alturas de acuerdo a los modelos estadísticos ensayados	83
9.6.1.	Modelo Lineal.....	83
9.6.2.	Modelo Raíz Cuadrada	83
9.6.3.	Modelo logarítmico.....	84
9.6.4.	Modelo Logarítmico.....	85
9.7.	Comparación entre las proyecciones de las tres comunidades evaluadas de acuerdo al modelo seleccionado	86
9.7.1.	La Florida A.....	86
9.7.2.	La Florida B.....	87
9.7.3.	San Antonio de Padua.....	87
V.	Conclusiones	89
VI.	Recomendaciones	91
VII.	Referencias bibliográficas	93
VIII.	Anexos.....	99

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Aptitud de la superficie	4
Tabla 2: Instalación de Plantaciones Forestales Año 2009/2010	5
Tabla 3: Superficie reforestada y por reforestar según departamentos, año 2010 (ha)	6
Tabla 4: Número de parcelas y de árboles evaluados por comunidad	49
Tabla 5: Georreferenciación de las parcelas	50
Tabla 6: Altitud promedio	52
Tabla 7: Número de árboles vivos y número total de árboles plantados	53
Tabla 8: Altura total dominante promedio (m) por grupos de edades	54
Tabla 9: Horizontes de suelo en las calicatas por comunidad	57
Tabla 10: Temperatura Media (2002 – 2011)	58
Tabla 11: Precipitación promedio (2002 – 2011)	59
Tabla 12: Porcentaje de supervivencia por comunidad	60
Tabla 13: Significancia entre comunidades para edad	61
Tabla 14: Significancia entre comunidades para Altura.....	61
Tabla 15: Significancia entre comunidades para Supervivencia.....	62
Tabla 16: Significancia entre comunidades para Altitud.....	62
Tabla 17: Significancia entre comunidades para Pendiente	63
Tabla 18: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arena en el Horizonte A.....	63
Tabla 19: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arena en el Horizonte B.....	64
Tabla 20: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arcilla en el Horizonte A	64
Tabla 21: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arcilla en el Horizonte B	65
Tabla 22: Significancia entre comunidades para el porcentaje de limo en el Horizonte A.....	65
Tabla 23: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Limo en el Horizonte B.....	66
Tabla 24: Significancia entre comunidades para el PH en el Horizonte A.....	66
Tabla 25: Significancia entre comunidades para el PH en el Horizonte B	67
Tabla 26: Significancia entre comunidades para el contenido de MO en el Horizonte A ...	67

Tabla 27:	Significancia entre comunidades para el contenido de MO en el Horizonte B....	68
Tabla 28:	Significancia entre comunidades para el contenido de Fósforo en el Horizonte A	68
Tabla 29:	Significancia entre comunidades para el contenido de Fósforo en el Horizonte B	69
Tabla 30:	Significancia entre comunidades para el contenido de Potasio en el Horizonte A	69
Tabla 31:	Significancia entre comunidades para el contenido de Potasio en el Horizonte B	70
Tabla 32:	Significancia entre comunidades para el contenido de Aluminio en el Horizonte A	70
Tabla 33:	Significancia entre comunidades para el contenido de Aluminio en el Horizonte B	71
Tabla 34:	Significancia entre comunidades para el contenido de Nitrógeno en el Horizonte A	71
Tabla 35:	Significancia entre comunidades para el contenido de Nitrógeno en el Horizonte B	72
Tabla 36:	Resumen estadístico para el modelo lineal ensayado	73
Tabla 37:	Resumen estadístico para el modelo raíz cuadrada ensayado.....	73
Tabla 38:	Resumen estadístico para el modelo logarítmico ensayado.....	74
Tabla 39:	Resumen estadístico para el modelo logarítmico ensayado.....	74
Tabla 40:	Resumen de Resultados de los Análisis de Regresión Ajustados por Mínimos Cuadrados	75
Tabla 41:	Clasificación de parcelas de acuerdo a las Clases de sitio	78

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Mapa de la provincia de Concepción.....	30
Figura 2: Diagrama de Flujo del trabajo de campo.....	37
Figura 3: Microcuenca de Achamayo y las comunidades de Florida A, Florida B y San Antonio de Padua	38
Figura 4: Parcelas evaluadas en las comunidades de La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua	39
Figura 5: Relación edad (meses) y altura dominante (m)	56
Figura 6: Temperatura promedio (2002-2011).....	59
Figura 7: Precipitación promedio (2002 – 2011)	60
Figura 8: Relación edad (meses) y altura (m)	76
Figura 9: Trazado de las tres curvas principales de índice de sitio y dos curvas intermedias añadidas por interpolación	77
Figura 10: Curvas de Índice de Sitio	78
Figura 11: Relación Edad (meses) vs Altura dominante (m) para la clase de sitio I	80
Figura 12: Relación Edad (meses) vs Altura dominante (m) para la clase de sitio II.....	81
Figura 13: Relación Edad (meses) vs Altura dominante (m) para la clase de sitio III.....	82
Figura 14: Modelo lineal ensayado.....	83
Figura 15: Modelo raíz cuadrática ensayado.....	84
Figura 16: Modelo logarítmico ensayado.....	84
Figura 17: Modelo logarítmico ensayado.....	85
Figura 18: Modelos ensayados para altura vs edad.....	86
Figura 19: Proyección de la altura a los 5 años en La Florida A	86
Figura 20: Proyección de la altura a los 5 años en La Florida B	87
Figura 21: Proyección de la altura a los 5 años en San Antonio de Padua.....	88

Índice de anexos

	Página
ANEXO 1 FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO	99
ANEXO 2 EDAD, ALTURA Y NÚMERO DE ÁRBOLES DE LAS PARCELAS EVALUADAS	100
ANEXO 3 SUPERVIVENCIA, ALTITUD, PENDIENTE, PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA PROMEDIO DE LAS PARCELAS EVALUADAS.....	102
ANEXO 4 PORCENTAJE DE ARENA, ARCILLA Y LIMO, ASÍ COMO PH PARA EL HORIZONTE A DE LAS PARCELAS EVALUADAS EN CADA COMUNIDAD	104
ANEXO 5 PORCENTAJE DE ARENA, ARCILLA Y LIMO, ASÍ COMO PH PARA EL HORIZONTE B DE LAS PARCELAS DONDE SE REALIZARON CALICATAS	105
ANEXO 6 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (MO), FÓSFORO (P), POTASIO (K), ALUMINIO (AL) Y NITRÓGENO (N) EN EL HORIZONTE A DE TODAS LAS PARCELAS EVALUADAS.....	106
ANEXO 7 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (MO), FÓSFORO (P), POTASIO (K), ALUMINIO (AL) Y NITRÓGENO (N) DE LAS PARCELAS DONDE SE REALIZARON LAS CALICATAS	107
ANEXO 8 ANÁLISIS DE LABORATORIO DE SUELOS DEL INIA	108
ANEXO 9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE TUKEY Y PRUEBA DE DUNCAN ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE EDAD	114
ANEXO 10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE ALTURA.....	116
ANEXO 11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA.....	118
ANEXO 12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE ALTITUD.....	120
ANEXO 13 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE PENDIENTE	122
ANEXO 14 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARENA EN EL HORIZONTE A.....	124
ANEXO 15 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARENA EN EL HORIZONTE B.....	126
ANEXO 16 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARCILLA EN EL HORIZONTE A.....	128
ANEXO 17 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARCILLA EN EL HORIZONTE B.....	130
ANEXO 18 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE LIMO EN EL HORIZONTE A	132
ANEXO 19 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE LIMO EN EL HORIZONTE B.....	134
ANEXO 20 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE PH EN EL HORIZONTE A.....	136
ANEXO 21 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE PH EN EL HORIZONTE B.....	138
ANEXO 22 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE MO EN EL HORIZONTE A	140
ANEXO 23 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE MO EN EL HORIZONTE B.....	142
ANEXO 24 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE FÓSFORO (P EN PPM) EN EL HORIZONTE A	144
ANEXO 25 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE FÓSFORO (P EN PPM) EN EL HORIZONTE B	146

ANEXO 26 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE POTASIO (K EN PPM) EN EL HORIZONTE A.....	148
ANEXO 27 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE POTASIO (K EN PPM) EN EL HORIZONTE B.....	150
ANEXO 28 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ALUMINIO (AL EN ME100GR) EN EL HORIZONTE A.....	152
ANEXO 29 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ALUMINIO (AL EN ME100GR) EN EL HORIZONTE B.....	154
ANEXO 30 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE NITRÓGENO (N) EN EL HORIZONTE A.....	156
ANEXO 31 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES, PARA LA VARIABLE NITRÓGENO (N) EN EL HORIZONTE B.....	158
ANEXO 32 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO LINEAL ENSAYADO.....	160
ANEXO 33 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO RAÍZ CUADRADA ENSAYADO.....	161
ANEXO 34 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO LOGARÍTMICO ENSAYADO.....	162
ANEXO 35 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO LOGARÍTMICO ENSAYADO.....	163

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente demanda de productos forestales maderables y no maderables en la región Sierra de nuestro país, se ha visto la necesidad de realizar plantaciones forestales para poder satisfacer la demanda del mercado nacional. Esta necesidad lleva al silvicultor a producir en forma rápida la mayor cantidad de madera de buena calidad por unidad de superficie. Para ello es necesario utilizar en la plantación la especie idónea para dichos fines.

Una de las especies más utilizada en plantaciones forestales en la región Junín y en general a lo largo de la Sierra de nuestro país es el Eucalipto. Según el MINAG y la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (2010), del total de la producción nacional de madera aserrada de la especie *Eucalyptus globulus* Labill, el 38.43% proviene del departamento de Junín.

Esta especie tiene grandes posibilidades de satisfacer la gran demanda de productos forestales (Junín abastece con el 18.91% de la producción nacional de madera aserrada) tales como postes (4.87% de la producción nacional es con eucalipto del departamento Junín), durmientes (70.38% se produce con eucalipto de Junín), puntales, vigas y viguetas, herramientas, muebles, aceites esenciales, etc, siendo utilizada asimismo para generar energía calorífica (leña). Por esta razón, se ha visto la necesidad de establecer mayores extensiones de plantaciones de crecimiento rápido, y el eucalipto, es una especie exótica adecuada que cumple con estas características, además de ser rústica y de mejor adaptación a las condiciones ecológicas de esta región.

A pesar de que se sigue empleando al Eucalipto en plantaciones desde hace muchos años atrás, aún hoy en día no existe información, ni capacitación técnica suficiente que permitan un adecuado manejo del bosque por parte del campesino, así como tampoco estudios de crecimiento por sitio que posibiliten realizar plantaciones forestales en lugares adecuados y bajo condiciones óptimas de crecimiento. Por tal motivo, en muchos casos la productividad y crecimiento son muy bajos, y los productos obtenidos del bosque no son de calidad, por lo

que en diversas ocasiones los propietarios de los predios abandonan las labores silviculturales y en general la actividad forestal para dedicarse a la agricultura.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo de investigación, tuvo por finalidad brindar la información necesaria que permita conocer cuáles son las condiciones de crecimiento en las que se desarrollan las plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill, así como los factores del sitio en tres comunidades de la microcuenca de Achamayo. Asimismo, los datos obtenidos servirán de base para la planificación de futuras plantaciones forestales que las comunidades de Concepción y en general de la región puedan realizar, conociendo los factores que deben ser tomados en cuenta para la realización de las mismas tomando en cuenta el índice de sitio, información que servirá de referencia a futuros programas de repoblación forestal en Junín.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. PLANTACIONES FORESTALES

Es la acción de plantar árboles en una zona para que se desarrollen atendiendo a diferentes propósitos. Para que esto ocurra se debe llevar a cabo un proceso de planificación que ha de considerar los siguientes factores: la elección de las especies, el sitio de la plantación (propiedad, clima, agua, suelos, topografía), la calidad de las plantas y las técnicas utilizadas. Este proceso se inicia con la preparación de almácigos de semillas de buena calidad, la cuidadosa producción de plantas en vivero y la plantación en el terreno final, luego de lo cual se debe prever, su protección y las labores silviculturales que se requieran como elementos fundamentales del manejo forestal (FAO; PRONAMACHS, 1998).

1.1. OBJETIVOS DE LAS PLANTACIONES FORESTALES

Al planificar una plantación forestal se debe tener claro cuál es el objetivo que el productor se plantea para establecer un recurso como este. Entre las metas que usualmente se propone, se tienen: consumo doméstico, producción de leña, soportes estructurales, maderas comerciales y de uso industrial, entre otros. La definición de cualquiera de ellas, exige que las especies a utilizar, la densidad de la plantación, su ubicación dentro del predio, sus posibilidades en el mercado (en caso de objetivos industriales) y las actividades a realizar, sean las más apropiadas (García et al. 2000).

Rojas (1989), manifiesta que se establecen plantaciones forestales porque existen necesidades que pueden ser satisfechas mediante los productos y beneficios que ellas brindan. Dentro de los principales objetivos tenemos:

- Abastecer de productos forestales (leña, madera, pulpa, postes, etc). Es una modalidad técnicamente probada.
- Favorecer la recuperación, estabilización y protección de suelos.

1.2. PRODUCTOS Y BENEFICIOS DE LAS PLANTACIONES FORESTALES

Las plantaciones forestales permiten obtener productos y beneficios de los árboles en forma rápida, en cantidades adecuadas, de calidades aceptadas en el mercado y de dimensiones uniformes (Rojas, 1989).

El mismo autor señala, que entre los principales productos que se pueden obtener tenemos: madera para aserrío, postes, pulpa para papel, leña y carbón, extractivos (resinas, taninos, hule, aceites esenciales, colorantes, etc), medicamentos, alimentos, producción de semillas forestales, producción de forraje, puntales, madera redonda, tarimas, etc.

Dentro de los principales beneficios que pueden brindar las plantaciones forestales tenemos: recuperación, estabilización y protección de suelos (control de erosión), mitigación de ruido, embellecimiento del paisaje, mejoramiento de la calidad de aguas, obtención de sombra y lugares de descanso, control de viento (cortinas rompevientos), protección y alimento de fauna, regulación del régimen hidrológico y fijación de carbono (Rojas, 1989).

2. PLANTACIONES FORESTALES EN EL PERÚ

Nuestro país posee una superficie de 128,5 millones de hectáreas-ha (12% costa, 28% sierra y 60% selva), de las cuales 7,6 millones (6%) tienen capacidad para cultivos agrícolas, 17 millones (14%) corresponden a tierras con aptitud para pastos y 48,7 millones son tierras con aptitud forestal (38%); el resto comprende a tierras de producción (ver tabla 1).

Tabla 1: Aptitud de la superficie

<i>Aptitud de la tierra</i>	<i>Superficie (millones de ha)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
<i>Tierras con aptitud agrícola</i>	7,6	6
<i>Tierras con aptitud para pastos</i>	17	14
<i>Tierras con aptitud forestal</i>	48,7	38
<i>Tierras de protección</i>	55,2	42
<i>Superficie total (ha)</i>	128,5	100

FUENTE: MINAG (2010)

En el año 2009, PRONAMACHCS logró instalar un total de 40 811,00 ha de plantaciones forestales. La Libertad es el departamento donde se ha instalado la mayor cantidad de plantaciones forestales para el periodo 2009 al 2010, contando en total con 8 310,00 ha; mientras que Tacna es el departamento donde se ha instalado la menor cantidad de plantaciones forestales, contando en total con 113,00 ha. Para el caso de Junín se aprecia que cuenta con 1 429,00 ha de plantaciones forestales (ver tabla 2). (MINAG, 2010).

Tabla 2: Instalación de Plantaciones Forestales Año 2009/2010

DEPARTAMENTO	AREAS REFORESTADAS (ha)
<i>Amazonas</i>	679,00
<i>Ancash</i>	4 450,00
<i>Apurímac</i>	3 200,00
<i>Arequipa</i>	360,00
<i>Ayacucho</i>	2 101,00
<i>Cajamarca</i>	6 850,00
<i>Cusco</i>	5 004,00
<i>Huancavelica</i>	3 716,00
<i>Huánuco</i>	451,00
<i>Ica</i>	-----
<i>Junín</i>	1 429,00
<i>La Libertad</i>	8 310,00
<i>Lambayeque</i>	169,00
<i>Lima</i>	881,00
<i>Loreto</i>	-----
<i>Madre de Dios</i>	-----
<i>Moquegua</i>	151,00
<i>Pasco</i>	1 101,00
<i>Piura</i>	505,00
<i>Puno</i>	1 341,00
<i>San Martín</i>	-----
<i>Tacna</i>	113,00

Continuación

DEPARTAMENTO	AREAS REFORESTADAS (ha)
Tumbes	-----
Ucayali	-----
TOTAL	40 811,00

FUENTE: MINAG (2010)

En la tabla 3 vemos que Ica es el departamento con menor superficie reforestada para el año 2010, contando en total con 2 749,00 ha, teniendo además 22 650,99 ha libres para reforestación. Mientras que Cusco es el departamento con mayor superficie reforestada para el año 2010, contando en total con 122 831,72 ha, y teniendo además 1 291 750,28 ha libres para reforestación. Para el caso de Junín vemos que cuenta con 71 255,42 ha reforestadas para el año 2010, teniendo además 939 035,58 ha libres para reforestación.

Tabla 3: Superficie reforestada y por reforestar según departamentos, año 2010 (ha)

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE TERRITORIAL (ha)	TIERRAS APTAS PARA REFORESTACIÓN (ha)	SUPERFICIE REFORESTADA HASTA EL 2010 (ha)	SUPERFICIE POR REFORESTAR (ha)
Amazonas	4 129,712	305,100	17 277,10	287 822,90
Ancash	3 630,831	554,100	87 867,21	466 148,79
Apurímac	2 065,456	78,300	78 117,29	182,71
Arequipa	6 352,762	360,200	10 443,40	349 756,60
Ayacucho	4 418,104	539,400	68 807,95	470 592,05
Cajamarca	3 541,782	790,000	110 526,43	679 473,57
Cusco	7 622,489	1 414,582	122 831,72	1 291 750,28
Huancavelica	2 107,896	62,000	50 079,46	11 920,54
Huánuco	3 531,457	660,000	45 860,82	614 139,18
Ica	2 125,139	25,400	2 749,01	22 650,99
Junín	4 338,442	1 010,291	71 255,42	939 035,58

Continuación

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE TERRITORIAL (ha)	TIERRAS APTAS PARA REFORESTACIÓN (ha)	SUPERFICIE REFORESTADA HASTA EL 2010 (ha)	SUPERFICIE POR REFORESTAR (ha)
<i>La Libertad</i>	2 324,132	352,500	58 383,18	294 116,82
<i>Lambayeque</i>	1 324,955	82,300	21 422,41	60 877,59
<i>Lima</i>	3 396,869	452,600	17 344,69	435 255,31
<i>Loreto</i>	37 990,006	659,900	23 479,87	636 420,13
<i>Madre de Dios</i>	7 840,271	512,100	8 467,01	503 632,99
<i>Moquegua</i>	1 617,465	128,100	3 966,68	124 133,32
<i>Pasco</i>	2 242,175	522,511	19 621,86	502 889,14
<i>Piura</i>	3 640,348	89,700	46 387,61	43 312,39
<i>Puno</i>	7 238,244	1 120,400	44 218,38	1 076 181,62
<i>San Martín</i>	5 306,361	435,700	18 177,65	417 522,35
<i>Tacna</i>	1 476,663	24,900	5 762,07	19 137,93
<i>Tumbes</i>	473,152	100,100	4 979,51	95 120,49
<i>Ucayali</i>	9 786,849	219,900	31 889,99	188 010,01
TOTAL	128 521,560	10 500,000	969,917	9 530,083

FUENTE: MINAG (2010)

3. SITIO

En la terminología forestal el término sitio (estación) puede expresar dos conceptos diferentes, aunque muy relacionados entre sí (Serrada et al. 2008):

- a) Efecto de la acción conjunta de los factores ecológicos abióticos (factores climáticos, edáficos y fisiográficos) en un territorio concreto.
- b) Territorio en el que no cambian de una forma importante los factores ecológicos abióticos.

3.1. CALIDAD DE SITIO

Para predecir el crecimiento y la productividad de los rodales se debe conocer la calidad de sitio, o sea cuán bueno es un sitio para el desarrollo de una especie determinada.

Ocampo (1994), manifiesta que calidad de sitio es la suma de todos los factores (climáticos, edáficos y biológicos) que afectan la productividad de una localidad para una especie forestal determinada.

Daniel et al. (1982), indica que la productividad de los terrenos forestales, se define en gran parte por la calidad de sitio, que se estima mediante la máxima cosecha de madera que el bosque produzca en un tiempo determinado.

Lombardi (2005), sostiene que es la capacidad productiva del medio ambiente: clima, suelo, fisiografía y agentes bióticos. Asimismo indica que por calidad de sitio se entiende la capacidad productiva de un lugar frente a una determinada especie forestal.

Asimismo, Ferreira (1995) acota que no es posible tomar decisiones válidas de tipo silvicultural si no se hace referencia a la calidad del sitio. La calidad del sitio expresa el crecimiento o productividad promedio de una especie en función de su capacidad de adaptación y respuesta a determinadas condiciones de clima y suelo, lo que se traduce en la capacidad de la especie para generar volumen en cantidad y calidad en el menor tiempo posible (Spurr, 1962).

Zeide (1993), sostiene que el crecimiento en el ámbito forestal, es considerado como una función que depende directamente de los factores del sitio que se encuentran interactuando en el rodal, formulada en términos de tasa de crecimiento e integrada en el tiempo. La forma general de dicha función en un tiempo dado es:

Crecimiento = f(especie, edad, densidad, calidad de sitio)

Malleux y Montenegro (1971), manifiestan que el conocimiento del comportamiento del crecimiento de los árboles con relación a los factores edáficos y ambientales es muy importante y puede ser usado para mejorar el crecimiento de las especies forestales, ya sea modificando en cierta manera las condiciones o seleccionando sitios con condiciones favorables. Es importante resaltar que se puede hacer este cambio de factores ambientales, fertilización, prácticas de riego, etc si es económicamente factible.

Davis (1954), afirma que la productividad de las masas forestales varía tremendamente con la calidad de sitio y que sus indicadores son tomados en cuenta para efectos de limpieza, podas, raleos y cortas. Para mejoramiento considera que sitios buenos justifican practicas intensivas de manejo y sitios pobres, solamente justifican practicas extensivas de manejo.

3.2. ÍNDICE DE SITIO

Vincent (1975), señala que el índice de Sitio es la altura promedio de los árboles dominantes alcanzada a una determinada edad base.

El índice de Sitio es una expresión cuantitativa única de la multitud de factores que integran la Calidad de Sitio. Además expresa la productividad de una determinada área por especie, comprendiéndose que en una misma área, pueden existir varios índices de sitio, conforme a la especie que se considera. (Bruce y Schumacher, 1950).

4. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SITIO

De acuerdo a Ortega y Montero (1988), los métodos de evaluación de calidad de sitio pueden agruparse en:

- a) métodos que miden simplemente el crecimiento del bosque, y
- b) métodos que miden el crecimiento del bosque, junto con atributos relacionados al hábitat.

En el primer caso el crecimiento del bosque por si solo sirve de criterio de calidad de sitio y en el segundo caso los atributos constituyen el criterio y se considera un método indirecto cuya confiabilidad depende de la validez de la relación entre el atributo y el crecimiento del bosque.

Spurr (1962), dice que en la práctica para estimar la calidad de sitio se necesita encontrar medidas precisas y de fácil obtención y relativamente independientes de la densidad del rodal y si es posible de las mismas especies. El intento de separar un factor ambiental único que sirva como indicador fidedigno de la calidad de sitio, es una tarea no solo compleja sino imposible. Indudablemente para llegar a entender el crecimiento de los arboles en relación con el medio ambiente, no se pueden estudiar los factores individuales del sitio aisladamente, por cuanto, las interdependencias e influencias de otros factores pueden ocultarse y no reconocerse.

Husch (1963) y Spurr (1962), indican que existen 2 aproximaciones para estimar la calidad de sitio:

- a) mediante la determinación y medición de uno o más factores básicos del medio ambiente, considerados como determinantes del crecimiento de los árboles; es decir los factores mejor asociados con el crecimiento de los árboles y bajo este criterio se ha dado particular atención a las características del suelo y el índice de sitio; y
- b) mediante la determinación y medición de algunas características de la vegetación en si o de algún tipo de vegetación menor, que se consideren como indicadores de la calidad de sitio; habiéndose dado principal atención en lo referente a este segundo criterio a los siguientes aspectos:
 - Las especies de vegetación menor o plantas indicadoras;

- El volumen de la masa forestal
- La altura del rodal forestal.

Spurr, citado por Castaños (1962), dice que existen 2 enfoques para evaluar la calidad de sitio:

- a) Aquella en que se miden y determinan los factores de la localidad más relacionados íntimamente con el crecimiento de los árboles.
- b) La basada en la medición de una o 2 características de la vegetación misma que mejor expresen el efecto total de los factores de la localidad.

Vincent (1975), analizando los criterios anteriormente expuestos propone 2 enfoques en la evaluación de la calidad de sitio:

- a) Evaluación en base a ciertos parámetros de la vegetación como volumen, altura y plantas indicadoras, y
- b) Evaluación en base a factores del medio ambiente.

En la actualidad los estudios de calidad de sitio, buscan correlacionar los índices de sitio (site index) con las variables del suelo, clima y topografía, con la finalidad de determinar los factores que tienen más influencia sobre el crecimiento de la vegetación.

4.1. MEDICIÓN DIRECTA DE LA CALIDAD DE SITIO

4.1.1. EL VOLUMEN COMO MEDIDA DE CALIDAD DE SITIO

Spurr, citado por Silva (1976), dice que la evaluación de calidad de sitio mediante el volumen, es de uso práctico limitado, pues además de ser costoso y demandar mucho tiempo, no solamente varía con la calidad de sitio, sino también está de acuerdo con la variedad o ecotipo, la densidad y prácticas de manejo realizadas en el rodal. Asimismo, el volumen puede estar afectado por el grado de utilización de la tabla de cubicación y otros factores que entren en la estimación del volumen. Asimismo señala que las dificultades de medición de la calidad de sitio directamente por el volumen, se puede obviar sustituyendo por el área basal (diámetro) y la altura, ya que estas variables son funciones estrechamente relacionadas con el volumen, siendo el área basal una medida menos fidedigna del índice de sitio, por ser mas influenciado por la densidad del rodal.

Bassett (1964), indica la necesidad de los medios indirectos para medir el rendimiento del sitio forestal; señalando que las cosechas forestales maduran lentamente y las intervenciones remueven solamente parte de la madera en pie de un área y manifiesta que durante el tiempo requerido por un vuelo para alcanzar el tamaño comercial, se pierde mucho del crecimiento acumulativo, debido al fuego, insectos, enfermedades y a la competencia. Estas pérdidas de crecimiento no se pueden apreciar a menos que los vuelos sean medidos frecuentemente; por lo que para lograr una medida directa del rendimiento total del bosque a cualquier edad, se requiere invertir tiempo excesivo y dinero.

Tobar (1976), señala que entre las características de la vegetación, la altura es el parámetro que más se ha utilizado en la evaluación de calidad de sitio, ya que si bien es cierto el volumen sería el parámetro más adecuado, presenta varios inconvenientes que hacen difícil su aplicación entre los que destacan:

- a) El cálculo del volumen es una operación laboriosa y compleja;
- b) El volumen está influenciado por la edad, especie, densidad y tratamiento que sufre el bosque;

Debido a estas limitaciones en el uso del parámetro volumen como indicador de la calidad de sitio los investigadores prefieren la altura como el parámetro más adecuado para esta finalidad.

4.2. MEDICIÓN INDIRECTA DE LA CALIDAD DE SITIO

4.2.1. LA ALTURA DEL RODAL COMO MEDIDA DEL ÍNDICE DE SITIO

Silva (1976), considera que la altura del rodal forestal a una edad determinada, es una manifestación de la productividad del sitio, donde la altura mayor es muy poco afectada por la densidad del rodal puesto que los árboles dominantes, son relativamente libres de la competencia de sus vecinos; por lo que la altura mayor del rodal en relación a su edad, es una medida de la calidad de sitio, de fácil obtención y relativamente independiente de la densidad del rodal.

Spurr (1962), manifiesta que el concepto clásico de índice de sitio, basado en la relación altura con la edad, se ha restringido exclusivamente a las especies de los rodales coetáneos de varias especies. Al respecto se han considerado varias alternativas para la evaluación de calidad de sitio en los rodales no coetáneos, entre los cuales se encuentran los estudios donde el índice de sitio es definido, mediante la relación de la altura alcanzada por los árboles dominantes a un DAP dado, a cierta la edad.

Carpenter (1964), considera 2 razones para utilizar la altura como parámetro indicador de la calidad de sitio:

- a) Entre los factores que intervienen en la formación del volumen; la altura total, es el parámetro que refleja más fácilmente las variaciones del sitio, por su relativa independencia de la espesura y tratamientos de la masa; y
- b) La medición de la altura total, es una operación sencilla y fácil de realizar con los actuales hipsómetros.

Según Vincent (1975), las principales formas de expresión de la altura para la evaluación de la calidad de sitio son:

- a) La altura mayor "Upper height", que es la altura promedio de los 100 árboles más altos y bien distribuidos por ha.
- b) La altura máxima "Top height", que es la altura promedio de los árboles más gruesos y bien distribuidos por ha.
- c) La altura promedio de los dominantes y codominantes.

La altura máxima presenta la desventaja de que no siempre los árboles más gruesos son los más altos, puesto que el grosor puede estar influenciado por la densidad del rodal, el viento y otros factores.

Voorhove y Schulz, citado por Vincent (1970), consideran que el uso de la altura mayor se basa en la asunción de que no es afectada por los aclareos; siendo los árboles dominantes como los más vigorosos y libres de competencia, atribuyéndose las diferencias en altura a las diferencias en calidad de sitio; en consecuencia, los árboles de mayor altura ocupan los mejores sitios y los de menor altura los peores sitios.

Carmean (1970), indica que el índice de sitio, se expresa comúnmente en forma de curvas de índice de sitio, para estimar la altura que tendrán los árboles a la edad índice. A partir de ello, es que realmente se relaciona el índice de sitio con las tablas de rendimiento de los vuelos forestales a diferentes edades.

Por todo ello resulta que la altura mayor además de ser la medida más práctica y consistente, es el indicador más útil en la estimación de la calidad de sitio en plantaciones forestales.

4.2.2. LAS PLANTAS INDICADORAS COMO MEDIDA DE SITIO

Husch (1963), señala como plantas indicadoras de la calidad de sitio ciertas especies de la vegetación menor; esto bajo la premisa de que las plantas de corto ciclo vegetativo, son más sensibles y mejores indicadores de la calidad de sitio que los mismos árboles; sin embargo la aplicabilidad del sistema de plantas indicadoras tiene muchas limitaciones; por cuanto, las clasificaciones de sitio basados en este criterio, han tenido éxito solo en bosques de composición simple y relativamente imperturbados, tal como ocurre en algunos bosques en latitudes del norte como Finlandia y Canadá; requiriéndose en todo caso considerables conocimientos ecológicos por parte del forestal.

En términos generales los tipos forestales diferenciados en las zonas templadas hacen uso de este enfoque. Silva (1976), señala que la aplicabilidad del sistema de plantas indicadoras tiene muchas limitaciones, siendo la limitación mayor de que no evalúa cuantitativamente el sitio. Estos métodos permiten la diferenciación de los sitios y una jerarquización más o menos aproximada de la calidad de sitio.

4.2.3. EL MEDIO AMBIENTE COMO MEDIDA DE CALIDAD DE SITIO

Diversos autores afirman que para propósitos de manejo es importante conocer los factores del medio ambiente y ese conocimiento es posible con la determinación del índice de calidad de sitio.

Bruce y Schumacher (1950), dicen que la calidad de sitio se puede obtener de los bosques establecidos, pero en los lugares que se desee reforestar es imposible medirlo directamente; por ello para predecir la productividad de un suelo forestal, es necesario contar con una metodología que ayude a encontrar el índice de calidad de sitio en base al efecto de los factores del medio ambiente, ya que otros factores (crecimiento de árboles se ve influenciado por ataque de insectos y plagas, descuido en las labores culturales, así como la existencia de diversidad de edades) impiden que sea el fiel reflejo de un buen sitio o que la especie se desarrolle bajo ciertas características buenas de suelo y clima. Asimismo indican que el término “buen sitio”, se define a la relación de los factores edáficos, bióticos, geográficos y climáticos que son favorables para el crecimiento de la especie.

Phillips y Markley (1963), afirman que las estimaciones del índice de sitio, sirven para seleccionar áreas para plantaciones, identificación de tierras marginales para las especies forestales, duración de los turnos de cosecha y prioridades de plantaciones a establecerse. afirman que existen dos maneras de establecer la relación entre el índice de sitio y las características del suelo:

Relacionando el índice de sitio con los factores medibles del suelo y la topografía, tales como la textura, profundidad, conductividad eléctrica, pendiente y otros factores; y,

Determinando el promedio del índice de sitio para cada tipo de suelo.

Spurr (1962), dice que de los factores ambientales que influyen en el crecimiento arbóreo, el del suelo, es el de mayor importancia en cuanto a la determinación del sitio; sin embargo, también la potencialidad productora del bosque, está influenciada por el clima local y el bosque en si con su flora y fauna.

La importancia de la relación del suelo con el crecimiento vegetal, se ha venido investigando desde hace mucho tiempo. Al respecto Coile (1952), afirma que la evaluación de la calidad de sitio a partir de las características del suelo, presentan varias ventajas, tales como el hecho de que el suelo cambia lentamente de manera que se puede considerar

comparativamente estable y que las evaluaciones pueden realizarse prescindiendo de la presencia del bosque.

Silva (1976), dice que la forma usual de investigación de la calidad de sitio con relación al suelo, consiste en el análisis de una regresión múltiple, donde se considera la altura promedio o índice de sitio como variable dependiente y las características del suelo y otros factores ambientales como variables independientes.

5. PROPIEDADES DEL SUELO Y SUS RELACIONES CON EL ÍNDICE DE SITIO

5.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

La importante relación del suelo con el crecimiento forestal, se ha venido investigando desde hace mucho tiempo. Husch (1963), dice que la razón de las técnicas de evaluación del sitio a través de las características del suelo fue dado por Coile (1935), en los siguientes términos: “si todos los terrenos forestales estuvieran cubiertos por vuelos de densidad normal” y de edad suficiente, como para que todo el suelo y la parte superior del substrato hubieran afectado su crecimiento, habría poca necesidad de estudiar la relación entre las propiedades del suelo y el crecimiento, ya que el volumen de madera por unidad de área a una edad dada, sería una medida directa de la productividad. Sin embargo, la mayoría de los terrenos forestales no soportan vuelos de tal densidad y edad que puedan reflejar la productividad del suelo en términos de altura, crecimiento y rendimiento”. El mismo autor señala que el principal objetivo del estudio de las propiedades del suelo y crecimiento de los bosques, debe ser el método para evaluar el potencial productivo para las diferentes especies de árboles de terrenos no forestales (tierras descartadas de la producción agrícola), de terrenos deforestados, de bosques parcialmente aprovechados, de terrenos que soportan vuelos muy jóvenes o de terrenos con vuelos muy viejos sobremaduros. El mismo autor considera que los resultados de la mayoría de las investigaciones de calidad de sitio en base al suelo, son aplicables solamente dentro del área de estudio y que la precisión de las estimaciones de la calidad de sitio decrece generalmente a medida que se aumenta el tamaño del área de estudio. Se han señalado limitaciones para usar las variables del suelo en los estudios de sitio.

De Las Salas (1974), establece que los factores del suelo en la clasificación de sitio, constituyen una valiosa ayuda; por cuanto muchos de ellos son fáciles de medir y además

pueden cuantificarse. La metodología de la evaluación del sitio a través de las características del suelo, consiste esencialmente en el desarrollo de un sistema que incluye la recolección y compilación de datos de campo para usos o aplicaciones específicas.

Ralston (1964), manifiesta que en resumen, las técnicas de evaluación del índice de sitio a partir del suelo, deben proveer una estimación cuantitativa de la productividad del sitio para las diversas condiciones de terrenos donde las mediciones de los árboles no pueden ser obtenidas o no son confiables.

Cannon (1984) al estudiar el problema de la marchitez de la especie *Eucalyptus globulus* Labill, en la Sierra del Perú, manifiesta que del total de 59 000 ha. Plantadas con dicha especie en el departamento de Cuzco, se estima que solo unas 6 000 ha. han sido afectadas seriamente por la marchitez, mientras que 20 000 ha. han desaparecido por la mala elección del sitio; habiendo propuesto para dicho efecto, un sistema de evaluación de calidad de sitio, para la especie *Eucalyptus globulus* Labill en base a 5 factores edáficos y climáticos, como son: la pendiente del suelo (%); precipitación anual (mm); forma de fisiografía; volumen del suelo ocupado por piedras y profundidad efectiva del suelo (cm); dando a cada uno de los factores, cuatro niveles con puntajes de 0 a 3; siendo la suma de los puntajes acumulados, la evaluación de la Calidad de Sitio; concluyendo que la marchitez y el fracaso en la etapa de establecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill en la sierra del Perú, en gran parte se debe a mala selección de los sitios a plantar.

5.1.1. PROFUNDIDAD DEL SUELO

Desde el punto de vista del crecimiento forestal, la parte esencial del perfil del suelo, es aquella en la cual se desarrolla la mayor parte de las raíces absorbentes. En esta parte del perfil se llevan a cabo la gran mayoría de los procesos y cambios químicos, físicos y biológicos que determinan las características esenciales del suelo e influyen en el crecimiento de las plantas; por lo que su espesor tiene particular importancia. Tobar (1976).

Hannah (1968), al investigar *Quercus alba* L. y *Quercus velutina* Lam. y Coile (1935), con *Pinus echinata*, informan que el índice de sitio para todas las especies está correlacionado con la profundidad del horizonte A.

Zahner (1958), en su estudio de calidad de sitio para *Pinus taeda* y *Pinus echinata*, encontró que en los suelos maduros con horizontes bien diferenciados, el índice de sitio era mayor a medida que aumentaba la profundidad del horizonte A, con un máximo de 45 cm.

5.1.2. TEXTURA DEL SUELO

El término textura, se refiere a la proporción relativa en que se encuentran los diversos grupos de tamaños de granos individuales en una masa de suelo. Se refiere específicamente a la proporción de arcilla, limo y arena con diámetro menor de 2 mm.

Según Tobar (1976), la textura del suelo, afecta al crecimiento vegetal debido a su influencia en el suministro de agua, nutrientes y aire; elementos fundamentales para la vida de las plantas. El mismo autor encontró que el porcentaje de arena en el horizonte B y el nitrógeno en el horizonte A, tienen una correlación con el índice de sitio, para *Pinus caribaea* en plantaciones en el oriente de Venezuela; estableciéndose por el método de regresión múltiple, una ecuación de predicción, en la cual estas variables explican el 46% de las variaciones de índice de sitio.

Doolittle (1957), al relacionar el índice de sitio para *Quercus coccinea* Muench y *Quercus velutina* Lam. con factores del suelo y topografía en el sur de los montes Apalaches (USA), señala que el índice de sitio correlacionó con el porcentaje de arena del horizonte A.

Hannah (1968), al analizar el índice de sitio de *Quercus alba* L. y *Quercus velutina* Lam. Con factores del suelo en el sur de Indiana (USA), encontró alta correlación entre el índice del sitio y el índice de limo del horizonte B1 y con el porcentaje de arcilla del horizonte B2.

Jadan (1972), en *Eucalyptus deglupta* B1, en Turrialba, Costa Rica, encontró una correlación negativa entre el índice de sitio y el porcentaje de arena, y positiva con el porcentaje de arcilla.

Slager y Schulz (1969), en las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* en Surinam, encontraron que en suelos con texturas más livianas (franco arcilloso, franco arcilloso limoso, etc), tienen mejor calidad de sitio.

Zahner (1958), en el sur de Arcansas y Norte de Lousiana, encontró que el índice de sitio de *Pinus taeda* y *Pinus echinata*, decrece con el incremento de limo en la capa superficial de 6 a 12 pulgadas de profundidad. En el mismo estudio, encontró que el índice de calidad de sitio se incrementaba a medida que en el subsuelo había mayor proporción de limo.

5.1.3. COLOR DEL SUELO

El color del suelo no es en sí una característica física importante, pero es un indicador importante de otras características o condiciones del suelo. El color del suelo puede ser indicador del material parenteral del cual se originó en cuyo caso se dice que el color es heredado.

Lutz y Chandler (1946), manifiestan que según su estado de oxidación, los suelos toman colores rojos, amarillos y café rojizos, lo que indica suelos con buen drenaje. En cambio cuando no existe suficiente oxígeno, los colores grises y azules son los dominantes, lo que indica suelos con mal drenaje y mala aireación. Este hecho se determina en el terreno para determinar las condiciones de drenaje del suelo. En general cuando el color del suelo es aportado por compuestos férricos (Fe_2O_3), se sabe que los colores rojos se asocian a estados de baja hidratación (buen drenaje), y los colores amarillos a estados de alta hidratación (mal drenaje). El óxido ferroso (FeO) en cambio, produce color verde. El manganeso proporciona colores oscuros a los suelos. La materia orgánica, es el factor más común que aporta el color negro o café a los suelos

5.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

5.2.1. REACCIÓN DEL SUELO (PH)

La reacción del suelo se expresa por medio del valor del ph. Este se define, como el producto de la concentración del ión hidrógeno por el coeficiente de actividad respectiva; es decir, se expresa la acidez, como el logaritmo negativo de la actividad del ion hidrógeno.

La influencia del ph sobre el desarrollo vegetal es mas indirecta que directa, pues influye en la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes, características físicas y biológicas del suelo. El ph, influye sobre la microflora y la microfauna y su actividad; por ejemplo, a valores de ph menores de 5.5, la actividad de las bacterias y actinomicetos es baja, a su vez estos aumentan a medida que el ph llega a condiciones neutras. En general la actividad biológica en el suelo es influenciada por el ph.

La influencia del ph sobre las propiedades físicas del suelo es indirecta a través de la cubierta iónica del complejo de intercambio; por ejemplo al predominar calcio (ph alto) en la cubierta del complejo de cambio se observa que:

- a) La dispersión es óptima;
- b) A través de la intensa actividad biológica, se facilitará la formación de agregados; y
- c) La intensidad de agregación es constante. (Fassbender, 1975).

Linnartz (1963), en Louisiana (EEUU), encontró que el índice de sitio de *Pinus taeda*, *Pinus palustris* y *Pinus elliotii*, decrecen a medida que el contenido de arena y el ph del suelo aumentan.

5.2.2. NITRÓGENO (N)

El nitrógeno es el componente esencial de las proteínas que se encuentra en altas proporciones en el protoplasma de las células; por esta razón, las plantas en su fase de crecimiento requieren grandes cantidades de nitrógeno. Este elemento también contribuye a la composición de los granos de clorofila. El exceso o la deficiencia de nitrógeno, afecta al normal desarrollo de las plantas.

La escasez del nitrógeno disponible en el suelo, produce los siguientes efectos: estancamiento del crecimiento, restricción en el crecimiento radicular, cambio de color en las hojas y frutos más pequeños de lo normal. En cambio el exceso de nitrógeno, causa los siguientes efectos negativos: en ocasiones puede disminuir la resistencia a plagas y

enfermedades, puede producir crecimiento anormal y debilitamiento de las ramas, por la disminución del tejido esclerenquimatoso. El nitrógeno total en los suelos, se compone de nitrógeno orgánico y nitrógeno inorgánico y el rango usual de variación va de 0.02 a 0.7% para la capa arable (0 a 18 cm). El contenido generalmente disminuye al aumentar la profundidad. El nitrógeno orgánico representa entre el 85% y 90% del nitrógeno total.

Tobar (1976) indica que uno de los factores que más influye en el contenido total del nitrógeno es el clima; así el porcentaje de nitrógeno tiende a incrementarse al disminuir la temperatura y al aumentar la precipitación dentro de ciertos límites.

5.2.3. FÓSFORO

Con excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el desarrollo de las plantas como el fósforo. Una deficiencia de este elemento evita que las plantas aprovechen otros nutrientes.

El fósforo, influye en el proceso de división celular y en el crecimiento, en la formación de albúminas, en la floración y fructificación, en la formación de semillas, en el desarrollo radicular, particularmente en el desarrollo de las raicillas laterales y fibrosas, así como la resistencia a ciertas enfermedades. La deficiencia del fósforo trae consigo entre otras consecuencias, la degeneración de los brotes laterales; la disminución de ramas y el cambio de coloración del follaje (Tobar, 1976).

En los suelos forestales vírgenes de Estados Unidos, según Russel y Wilde, citados por Jadan (1972), el contenido de fósforo varía de los 10 a 220 ppm; mayor de 50 ppm de fósforo disponible es suficiente para la mayoría de especies forestales. Fassbender y Tschinkel (1974), encontraron correlaciones significativas entre los contenidos de fosfato de aluminio, de potasio y de magnesio, con el crecimiento del ciprés en Colombia y por el método de regresión múltiple, establecieron una ecuación de predicción en la cual las variables mencionadas explican un 52.2% de la suma total de cuadrados del índice de sitio.

5.2.4. POTASIO

La presencia en el suelo de una adecuada cantidad de potasio utilizable, tiene relación con el vigor y crecimiento de las plantas, con la resistencia a ciertas enfermedades y con el crecimiento radicular. Además el potasio ejerce un efecto compensador sobre el nitrógeno y fósforo, por lo que es importante proporcionar estos elementos mezclados, cuando se utilizan como fertilizantes.

Se debe indicar además que el potasio desempeña un papel importante en el metabolismo de la planta, especialmente en lo que respecta a la formación de hidratos de carbono, en la fotosíntesis y en la respiración, así como en la regulación del agua dentro de la planta.

La escasez de potasio en la nutrición vegetal, presenta los siguientes síntomas en la vegetación; poco desarrollo de los brotes, el árbol no alcanza su desarrollo normal, hojas pequeñas y endurecimiento de los bordes; además retraso del crecimiento radicular.

La corteza terrestre contiene aproximadamente 2,5% de potasio; el contenido de los suelos es generalmente entre 0.04% a 3%; en casos excepcionales como en suelos alcalinos, el contenido de potasio puede llegar a 8%.

Fassbender (1972), señala que los factores químicos del suelo, son determinantes del 52.2% del crecimiento del ciprés en Colombia, encontrándose entre estos factores el elemento potasio.

Jadan (1972), pudo determinar en Costa Rica, una marcada influencia del potasio y magnesio intercambiables en el índice de sitio de *Eucalyptus deglupta*.

5.2.5. ALUMINIO

Por encima de 15% de la corteza terrestre está compuesta por Al_2O_3 , el cual es tan poco soluble en suelos neutros o alcalinos que no alcanzarían concentraciones tóxicas para los vegetales; sin embargo, con la reducción del pH del suelo se incrementa la solubilidad del aluminio hasta llegar a ocupar más de la mitad de los sitios de intercambio iónico del suelo (Wallnöfer y Engelhardt, 1995). La concentración de Al^{3+} en la solución del suelo a pH menor de 5,0 se encuentra en el rango de 10 - 100 μm , e incluso, en suelos minerales de ecosistemas forestales, la concentración de Al^{3+} soluble puede alcanzar valores cercanos a 1.000 μm ; el aluminio se reporta como el factor más limitante de la producción agrícola en suelos ácidos, los cuales comprenden alrededor del 40% de la superficie cultivable en el mundo (Matzner y Prenzel, 1992).

Con la reducción del pH del suelo, sucede la destrucción de los minerales de las arcillas y de otros silicatos, así como la solubilización de óxidos de aluminio, lo que conduce a la degradación irreversible del suelo; el aluminio aparece en estos casos como Al^{3+} . La meteorización de los componentes del suelo permite la liberación de iones Al^{3+} a partir de la red de los silicatos de las arcillas.

El efecto inicial del estrés por aluminio es la inhibición del crecimiento radicular, además, la acumulación de aluminio indica que la sensibilidad al elemento ocurre en el ápice radicular; los mecanismos de resistencia a aluminio están confinados principalmente en el ápice de la raíz. La flora y fauna del suelo también sufren las consecuencias de la toxicidad por aluminio. Es así como en un ph en el rango 3,5–4,0, se encuentran por lo general pocas poblaciones de anélidos en el suelo y la cantidad de micorrizas es muy reducida; además, muchos grupos de bacterias y actinomicetos reducen su actividad y desarrollo cuando el ph del suelo está por debajo de 5,5.

5.3. MATERIA ORGÁNICA

La importancia de la MO, se explica por la influencia que esta tiene sobre varias características edáficas. La MO influye sobre las siguientes propiedades físicas y químicas del suelo:

Fassbender (1972) manifiesta que el color del suelo, puesto que origina cambios de colores desde pardos oscuros a negros oscuros, favorece a la formación de agregados; reduce la plasticidad y la cohesión; aumenta la capacidad de retención de agua; incrementa la capacidad de intercambio catiónico; aumenta el intercambio de iones, especialmente en fosfatos y sulfatos; favorece la disponibilidad de nitrógeno, fosforo y azufre, a través del aumento de su capacidad de tampón; actúa sobre la producción de sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento, importantes para la vida microbiana del suelo, la participación en procesos pedogenéticos, debido a sus propiedades de peptización, formación de quelatos y otros.

Slager y Schulz (1969), al investigar con *Pinus caribaeae* var hondurensis en Surinam, encontraron correlación directa entre el índice de sitio y la materia orgánica.

6. PENDIENTE DEL SUELO

La pendiente del suelo, se refiere a la inclinación del terreno respecto a la horizontal y generalmente abarca las inmediaciones de las calicatas o la parte cubierta con bosques que sirvió como toma de muestra.

En América del norte, a más de la pendiente como característica de sitio, consideran la posición geográfica en el plano de coordenadas, siendo de esperar que esta característica sea importante en las zonas templadas (Jadan, 1972).

Einspahr y Mc Comb (1951), estudiando el índice de sitio del roble en relación a las características topográficas en el noreste de Iowa, encontraron correlación entre el índice de sitio y la pendiente. La prueba de “t”, resultó ser altamente significativa.

Hannah (1968) en la estimación del índice de sitio en base a características topográficas, encontró que la ecuación basada en la edad del árbol y las características topográficas son responsables del 55% de la variación de la altura de la planta.

Tschinkel (1972), encontró una ecuación de regresión que correlaciona el índice de sitio y factores fisiográficos en plantaciones de *Cupressus lusitánica*, en Colombia, que explica el 72% de la variabilidad del índice de sitio.

7. *EUCALYPTUS GLUBULUS* LABILL

El *Eucalyptus globulus* Labill es la principal especie utilizada en el Perú para los programas de forestación y reforestación desde los años 1860 (FAO, 1981).

7.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ESTUDIADA

7.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *EUCALYPTUS GLOBULUS* LABILL

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: *Eucalyptus*

Especie: *globulus*

Nombre común: Eucalipto

Nombre científico: *Eucalyptus globulus* Labill.

7.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *EUCALYPTUS GLOBULUS* LABILL

Altura del árbol en Australia de 45–55 metros; con un tronco derecho macizo y una copa abierta y pesada. Tipo de corteza: áspera, gris y persistente en la base; lisa en la parte superior las hojas juveniles son opuestas, sésiles, amplexicaules y glaucas, las hojas adultas son alternas, pecioladas, lanceoladas, a menudo curvadas. La madera es pardo amarillenta clara, textura abierta, generalmente grano entrelazado, anillos de crecimiento bastante evidentes, fuerte y relativamente durable. (FAO 1981).

7.1.3. NOMBRES COMUNES

Nombre vulgar en Australia. « Tasmanian blue gum »

7.1.4. ORIGEN

Regiones nativas. Tasmania y Promontorio de Wilson y costa adyacente de Victoria; las islas en el estrecho de Bass entre Tasmania y el continente.

Latitudes. 38°30'–43°30'S

Alturas. 0–330 metros de sobre el nivel del mar

7.1.5. FACTORES LIMITANTES

Al tratar de introducir una especie, se deben conocer las características ecológicas del lugar para seleccionar las que mejor se acomoden a ellas y que han de ser muy similares a las imperantes en su hábitat de origen (Hofstede y Mena, 2004). Entre los factores climáticos que más influyen en el desarrollo de una especie están las heladas.

La plantación de la especie *Eucalyptus globulus* Labill. en latitudes superiores a 44° y a elevaciones mayores de los 2800 metros de altitud en el ecuador, está muy limitada por las heladas y las bajas temperaturas. La helada es especialmente perjudicial a las plántulas y brotes de 1–2 años, pero las plantas mayores son relativamente resistentes a heladas ligeras. Se han señalado temperaturas de 6°C y -7°C como los límites a su resistencia al frío. (FAO 1981). La mayor parte de las áreas muestreadas con pendiente de 50 por ciento a más, no son sitios adecuados para la producción de madera, sino más bien para mantener bajo protección, por lo cual se cuestiona el plantar eucalipto en ellas (Carlson y Candelas 1985).

Además de la sequía, la principal limitación ecológica para plantar *Eucalyptus globulus* Labill en la Sierra, es el frío. A pesar de tratarse de una especie que tiene un grado más o menos alto de plasticidad o adaptaciones a condiciones ambientalmente adversas (esta

adaptación explica el éxito conseguido en las plantaciones realizadas en los distintos continentes), la acción del frío tiene un carácter muy restrictivo que se ha de tener muy en cuenta a fin de conocer la resistencia a las bajas temperaturas. Cada especie tiene sus limitantes térmicas, las que sin embargo pueden ser modificadas por otros factores, como por ejemplo la luz, que aumenta la resistencia al frío (Jalota et al. 2000).

En Perú se considera como límite máximo de altura para plantación de la especie, 3100 metros de altitud en Cajamarca, 3400 metros de altitud en Ancash y 3600 metros de altitud en Junín y Cusco (Carlson y Candelas 1985).

Kellison (1999), manifiesta que los individuos de la especie *Eucalyptus globulus* Labill, soportan heladas de baja intensidad.

7.1.6. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y EDÁFICOS

Las condiciones mínimas que el eucalipto requiere para obtener rendimientos económicos rentables, son terrenos cuya profundidad sea mayor a un metro, bien drenados, sueltos, de baja pedregosidad y ph entre 5,5 a 6,5 básicamente. De igual forma, la temperatura media anual entre 10°C a 14 °C y 700 mm de precipitación como mínimo. Sin estas condiciones sus rendimientos no podrán superar los parámetros mínimos de rentabilidad (Carrillo, 2001).

La calidad de sitio para el Eucalipto en la Sierra depende de varios factores (pendiente, precipitación, superficie de cóncava a convexa, volumen del suelo ocupado por piedra y profundidad efectiva del suelo para las raíces) que básicamente definen la tendencia del terreno a secarse (Carlson y Candelas, 1985).

Asimismo, plantaciones con esta especie desde el punto de vista edáfico, han dado muy buenos resultados. Los suelos empleados para cultivos forestales con *Eucalyptus globulus* Labill son los más apropiados para este fin en la planificación nacional. Tienden a ser rocosos y ligeramente ácidos, deficientes en nitrógeno y en materia orgánica, con un bajo contenido de fósforo asimilable, pero un elevado contenido de potasio (FAO, 1981).

7.1.7. VEGETACIÓN ASOCIADA

El *Eucalyptus globulus* Labill. se cruza con una cantidad de otras especies de eucaliptos emparentadas. Pocos de sus híbridos han tenido importancia económica, pero en Portugal se ha indicado un notable vigor híbrido en un cruce con *E. robusta*. Se reconocen dos

variedades de cultivares: *E. globulus* var. compacta y *E. globulus* var. coronifera. (FAO 1981).

7.1.8. IMPORTANCIA ECOLÓGICA

El *Eucalyptus globulus* Labill, tiene gran cantidad de usos. El árbol es valioso para el control de la erosión, plantaciones de esparcimiento y a los lados de las carreteras, barreras contra el viento y de abrigo. Asimismo para fines de protección de cuencas y otros servicios ambientales (FAO 1981).

7.1.9. PLAGAS Y ENFERMEDADES

La especie *Eucalyptus globulus* Labill. es atacada por enfermedades y plagas de insectos. En España, *Penicillium sp.* y *Fusarium sp.*, son importantes enfermedades de las semillas, siendo el último muy destructivo para las semillas almacenadas. La podredumbre húmeda de los semilleros, el ahilamiento de las plántulas (por ejemplo, *Botrytis cinerea*) y otras enfermedades del vivero, han creado problemas en muchos países, pero por suerte pueden ser ampliamente controladas con adecuadas técnicas fitosanitarias (FAO 1981).

El *Eucalyptus globulus* Labill, es también susceptible a la infestación por parte del taladro del eucalipto (*Phoracantha semipunctata*). Ha sido señalado en las plantaciones de esta especie en Chile, costa del Perú, Uruguay y Sudáfrica. (FAO 1981).

En el Perú ha habido presencias ocasionales de gomosis en las plantaciones, posiblemente a causa de las tensiones fisiológicas debidas a la sequía, al fuego, heladas o ataques de insectos (Bazán de Segura, 1967).

La plaga conocida como el piojo del eucalipto (*Ctenarytaina eucalypti*) es originaria de Australia donde vive asociada a otras especies de Myrtaceas. Ocasiona daños como: deformación de hojas juveniles y brotes de las ramas, debilitamiento y secamiento de brotes y hojas infestadas y deformación del árbol por ataques sucesivos y crecimiento restringido. (FAO, 1981).

Cadahia, citado por Marquina (2003), mencionan que los daños más severos se verifican cuando los crecimientos son más lentos y se prolonga la permanencia del follaje juvenil. La alimentación de *Ctenarytaina eucalypti* causa la inhibición de la formación de brotes y la deformación de hojas tiernas, así mismo los brotes tiernos con menor ataque llegan a secarse, generando bifurcaciones de las guías terminales que retardan el crecimiento del

eucalipto. Por tratarse de insectos picadores-chupadores produce la desecación paulatina de hojas y brotes atacados que terminan retorciéndose y deformándose, además como consecuencia de la actividad de los insectos se produce en la zona de ataque, una abundante secreción azucarada o melaza que facilita la aparición de “fumagina”, hongo con aspecto de hollín. Marquina (2003) concluye que por el comportamiento que muestra y el daño que provoca la *Ctenarytaina eucalypti* a la yema terminal de hojas juveniles, brotes tiernos del *Eucalyptus globulus* Labill se le clasifica como plaga forestal de tipo ocasional. La población ninfal aumenta al término de la época de lluvias el mes de marzo, por su biología y comportamiento facilitaría iniciar el control biológico en esta época, en la zona de Ancash.

7.1.10. USOS

Los usos principales de la madera son para leña, madera para pasta, para minas, postes cortos y largos y empalizadas. Produce una buena leña, con un valor calorífico de 19 900 KJ/kg (4750 cal/kg), quema con facilidad y deja poca ceniza residual, carbonizándose fácilmente y produciendo buen carbón (FAO 1981).

Madera apreciada para la construcción ligera y pesada, para postes largos, pilotes e incluso para traviesas de ferrocarril. Uno de los mejores eucaliptos para hacer papel. Buen combustible (FAO 1981).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. UBICACIÓN

1.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

La microcuenca de Achamayo se encuentra en la provincia de Concepción, que es una de las nueve provincias que conforman el departamento de Junín, bajo la administración del Gobierno Regional de Junín, en centro del Perú. Limita por el norte con la provincia de Jauja; por el este con la provincia de Satipo; por el sur con las provincias de provincia de Huancayo y la provincia de Chupaca y; por el oeste con el Departamento de Lima. Tiene una extensión territorial de 3 067,52 Km² que representan el 6,94% del total del territorio de la Región Junín (www.peru.gob.pe).



Figura 1: Mapa de la provincia de Concepción

FUENTE: Valderrama C, G. 2005

Zona de estudio

Microcuenca: Achamayo

Distrito: Heroínas Toledo

Provincia: Concepción

Departamento: Junín

Región: Junín

Teniendo como límites:

Este: Provincia de Concepción

Oeste: Distrito de Comas

Norte: Distrito de Apata

Sur: Provincia de Huancayo

En el área de influencia de la microcuenca se encuentran establecidas comunidades, centros poblados, anexos, y son los siguientes:

Tunumayo, La Libertad, La Florida A, La Florida B, San Antonio de Padua, San Pedro, Santiago de Marcatuna, Dos de Mayo, Aliolo, Moyocancha, Mito Ucllo, Puta Corral, Suiza, Culicruz, Tunacorrall, Barrio Tercero, San Miguel, Quillacocha, Ninopampa, Cushuro Pashaco.

De estas comunidades, el trabajo de investigación se desarrolló en 3 de ellas: La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua, pertenecientes todas al distrito de Heroínas Toledo.

1.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La microcuenca se halla comprendida entre las coordenadas UTM (WS84 Zona 18) 475000E, 868500N y las coordenadas geográficas 75° 8' 50'' Longitud Oeste y 12° 10' 16'' de Latitud Sur.

1.1.3. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

El río Achamayo tiene su origen en los 3800 msnm, alimentándose con las precipitaciones que caen en las partes altas.

La microcuenca Achamayo, forma parte de la Subcuenca del río Yacus, que pertenece a la red hidrográfica de la cuenca del Mantaro.

1.2. SUPERFICIE

El área de la microcuenca de Achamayo, comprendida desde sus nacientes hasta su confluencia con el río Achamayo es de 29778,77 ha, de las cuales 391 ha pertenecen a La Florida A y La Florida B y 145 ha a San Antonio de Padua. El perímetro de la línea divisoria de la microcuenca es de 79349,11 m.

1.3. RÉGIMEN DE PROPIEDAD

La mayoría de las propiedades (83 %), pertenecen a sus ocupantes. Solo el 17 % son espacios alquilados o con cuidadores.

1.4. CLIMA

Según la estación meteorológica de COMAS, la temperatura media anual varía entre 7,87 °C a 9,21 °C y la precipitación media anual entre los 926,67 mm. Asimismo, se debe indicar que la altitud promedio de todas las parcelas evaluadas es de 3673 m.s.n.m.

1.5. TOPOGRAFÍA Y SUELOS

La topografía es escarpada que oscila entre 15 % y 100 % de pendiente. Los suelos se caracterizan por tener uso agrícola, forestal y pecuario (pastoreo de pastos naturales). Presentan baja calidad de condición predominando especies no deseadas para los pobladores. La zona cada año soporta el incremento de ganado vacuno, ovino, llamas y cerdos. Estos suelos se encuentran con cobertura vegetal disminuida, ya que en su mayoría están siendo degradadas debido al excesivo pastoreo. Asimismo en muchas tierras de cultivo, donde el uso indiscriminado de agroquímicos, ha favorecido el empobrecimiento los suelos e incrementado el número de suelos ácidos, se ha llegado inclusive a la improductividad.

En la microcuenca de Achamayo, la degradación siempre tiene como efecto principal y más visible, la disminución de la producción de biomasa vegetal. Además dificulta la integración de la materia orgánica depositada sobre el suelo por la agresión que se produce en la fauna y en la microflora. El principal efecto de la degradación es que dificulta el enraizamiento de las plantas y la disponibilidad de los elementos nutritivos, a la par que hace decrecer la cantidad de agua retenida en el suelo.

Por otro lado, los suelos presentan acidez extractable peligrosa, la salinidad es normal, el contenido de fosforo es alto, contenido de potasio medio y el contenido de materia orgánica es bajo.

1.6. VEGETACIÓN

El área de estudio se encuentra cubierta por la vegetación nativa arbórea, arbustiva y herbácea; observándose en las partes altas de las plantaciones el predominio del género estipa o ichu. Los tipos de vegetación nativa observadas en el área de estudio fueron las siguientes:

1.6.1. VEGETACIÓN ARBÓREA NATIVA

Quinual	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	Rosaceae
Quishuar	<i>Buddleja sp.</i>	Buddlejaceae

1.6.2. VEGETACIÓN ARBUSTIVA

Mutuy	<i>Cassia hookeriana</i>	Leguminosae
-------	--------------------------	-------------

1.6.3. VEGETACIÓN HERBÁCEA

Ichu	<i>Stipaichu sp.</i>	Gramineae
Cebadilla	<i>Hordeum murinum</i>	Gramineae

1.7. FAUNA SILVESTRE

Dentro de la microcuenca de Achamayo, se tiene una gran variedad de especies faunísticas como son:

1.7.1. MAMÍFEROS

Zorro andino	<i>Dusicyon culpaeus</i>	Canidae
Vizcacha	<i>Lagidium peruanum</i>	Chinchillidae

1.7.2. AVES

Perdiz serrana	<i>Nothoprocta pentlandi</i>	Tinamidae
Zorzal	<i>Turdus philomelos</i>	Turdidae
Colibrí	<i>Archilochus colubris</i>	Trochilidae

2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1. MATERIALES

- Libreta de campo
- Formatos de campo (ANEXO 1)
- Útiles de escritorio
- Bolsas de polietileno
- Bolsas de plástico

2.2. EQUIPOS

- Clinómetro
- Altimetro
- Cámara fotográfica digital (Panasonic Lumix Fx2)
- Garmin GPSMap 62s
- Computadora (laptop Sony Vaio VGN-FW6830)
- *Software* MINITAB ver. 16.1.0

2.3. INSTRUMENTOS

- Lampa
- Zapapico
- Wincha de 7m
- Wincha de 50 m

3. MÉTODOS

3.1. PLANIFICACIÓN, DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN Y MEDICIÓN DE LAS ALTURAS DE LOS ÁRBOLES

Como población se definió a los árboles encontrados en todas las parcelas de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill en las comunidades campesinas de La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua (51 en total), con una extensión de 7,5903 hectáreas, cuyas edades fluctúan entre los 03 y 33 meses; ubicadas en la microcuenca de Achamayo del distrito de Heroína Toledo, provincia Concepción y departamento de Junín (Figura 1). Cabe indicar que por parcela se debe entender al predio donde se ha realizado una plantación con la especie antes señalada, pudiendo éstas tener distintas superficies. Asimismo, para la evaluación de los árboles dominantes en cada una de las parcelas, se realizó la medición de la altura de todos los árboles allí existentes, y de estos se tomaron en cuenta para el análisis, la información de la altura del tercio superior dentro de cada parcela, siendo estos los árboles más altos.

3.2. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo, tal y como lo señala la figura 2, comenzó con la georreferenciación de las plantaciones (parcelas). Luego se midieron las pendientes (%) y altitud (m.s.n.m.) en cada una de ellas. Seguidamente se realizó la evaluación de supervivencia, medición de las alturas de todos los árboles, se observó el estado fitosanitario y se tomaron muestras de suelo dentro de cada parcela.

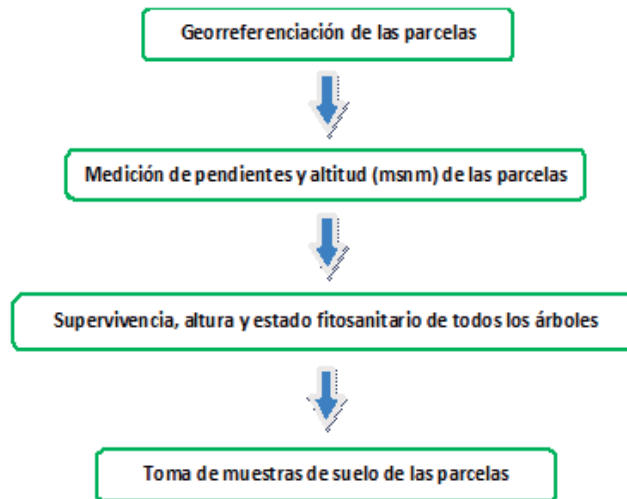


Figura 2: Diagrama de Flujo del trabajo de campo

FUENTE: Elaboración Propia

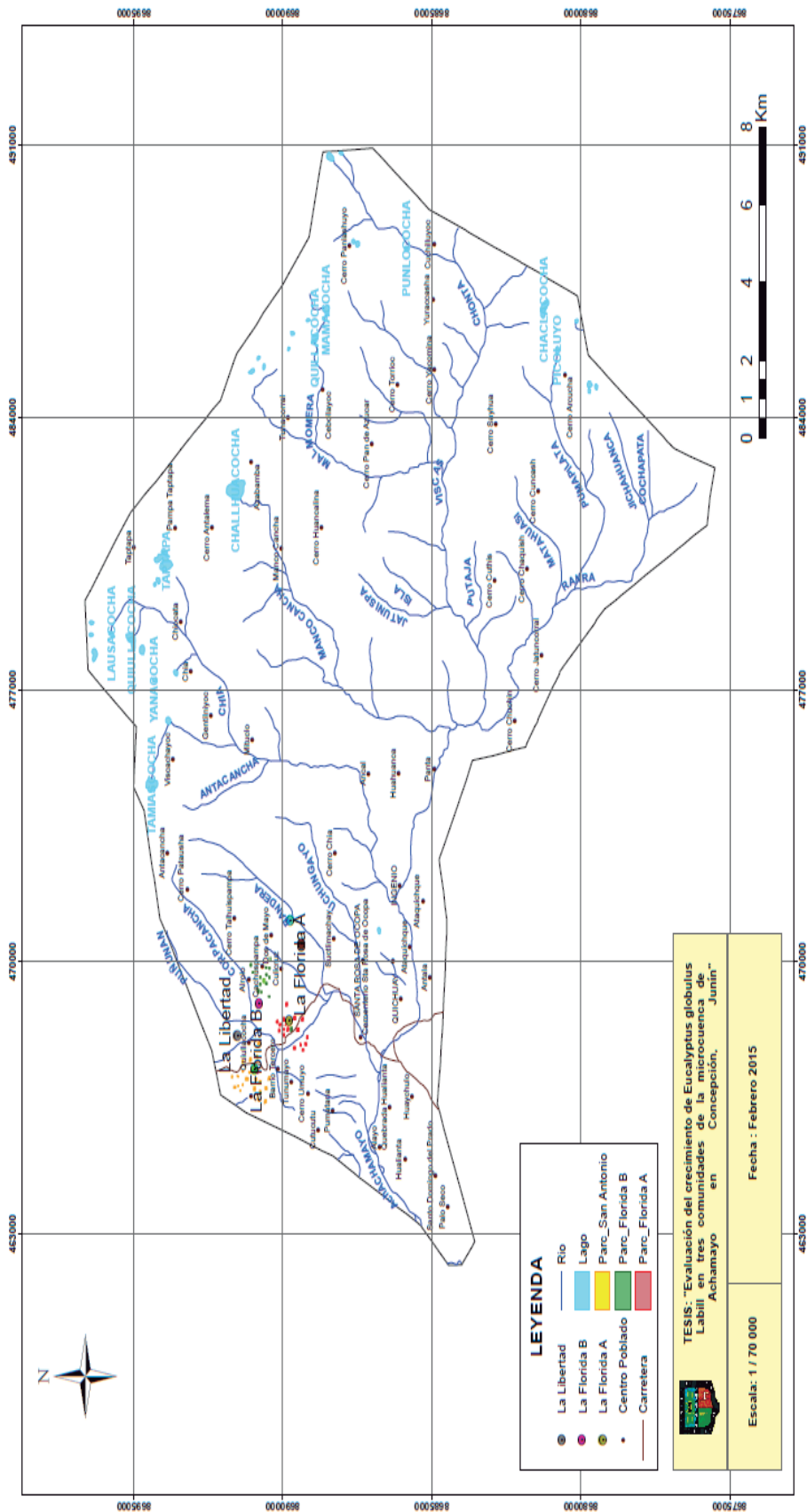


Figura 3: Microcuenca de Achamayo y las comunidades de Florida A, Florida B y San Antonio de Padua

FUENTE : *Elaboración propia*

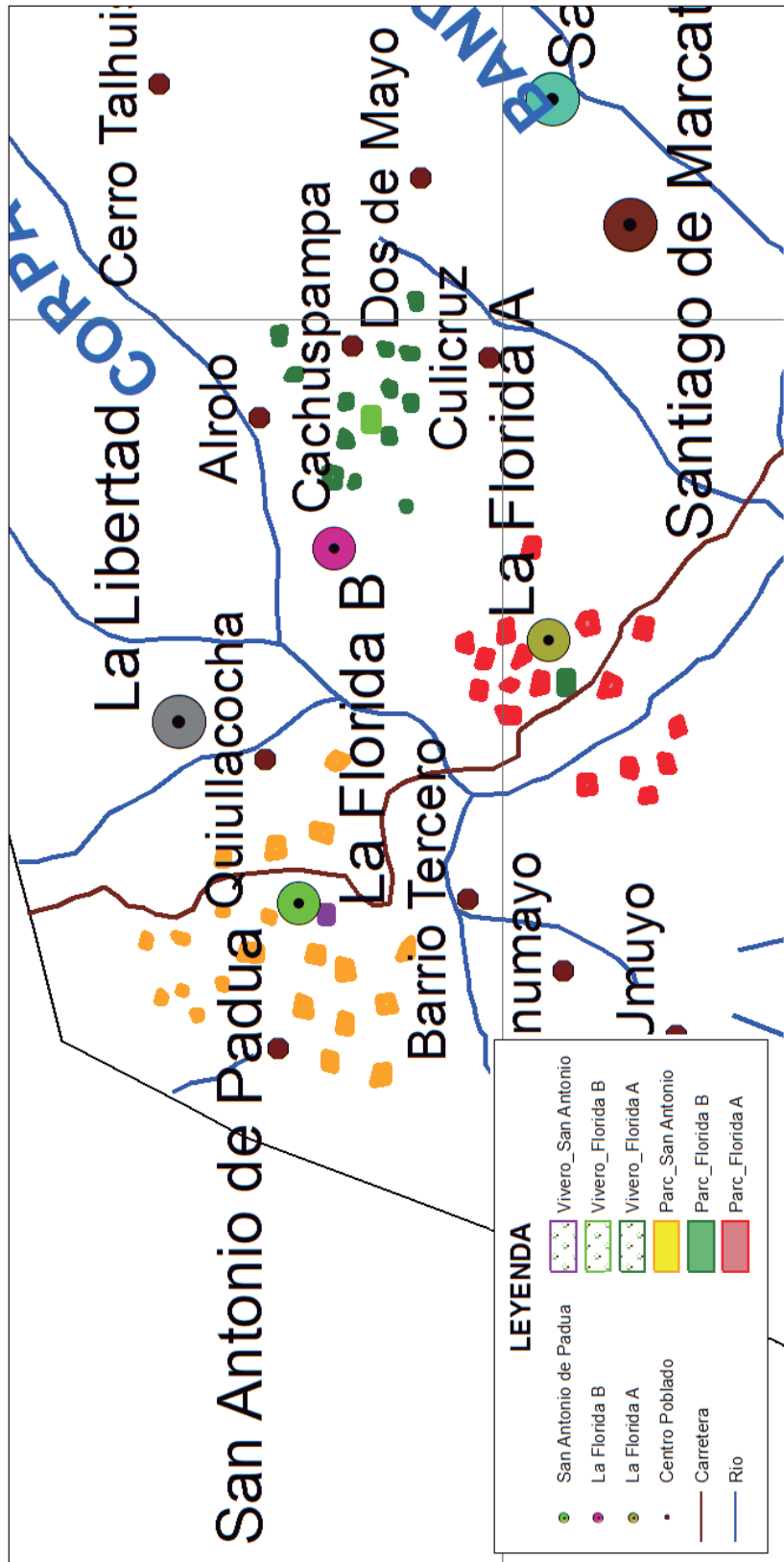


Figura 4: Parcelas evaluadas en las comunidades de La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua

FUENTE: *Elaboración propia*

3.2.1. GEORREFERENCIACIÓN DE LAS PLANTACIONES

Se utilizó un GPS para georreferenciar cada una de las 51 parcelas y determinar el área. Para ello se recorrió el perímetro de las mismas. Luego con estos datos se ubicaron en un mapa los distintos rodales evaluados en las comunidades tal como lo muestra la figura 4.

3.2.2. MEDICIÓN DE LAS PENDIENTES

Una vez situados en las parcelas y con ayuda del clinómetro Suunto, se procedió a tomar las pendientes de cada una de ellas, en las tres comunidades evaluadas.

3.2.3. SUPERVIVENCIA

Se determinó el número total de árboles plantados mediante un conteo simple de los individuos vivos y de los muertos o no encontrados en cada una de las parcelas, para luego calcular el porcentaje de supervivencia en gabinete.

3.2.4. MEDICIÓN DE LA ALTURA TOTAL DE LOS ÁRBOLES

Se midió la altura total de los individuos en cada parcela con ayuda de la varilla de medición y de la wincha metálica. En el Anexo 1, se presenta el modelo de planilla empleado para el registro de las alturas de los individuos por parcela.

3.2.5. ESTADO FITOSANITARIO

Se evaluó el estado fitosanitario de los individuos para determinar si estaban siendo atacados por algún insecto o agente patógeno que impida el normal crecimiento de los árboles.

3.2.6. TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS Y APERTURA DE CALICATAS

Para contar con información acerca de los factores edáficos y el tipo de elementos existentes en la microcuenca Achamayo, se tomaron muestras de suelo. Para ello, se tomaron muestras simples o submuestras de la capa arable de todas las parcelas, reunidas en un recipiente y bien mezcladas, por comunidad. Luego de ello, se retiró 1 kg de suelo por comunidad (tres en total). Asimismo, en cada una de las 3 comunidades evaluadas, en la parcela donde se encontraba el árbol más alto o dominante, a un metro de éste, se excavó una calicata cuyas dimensiones fueron de 1m x 1m x 1m, y se identificaron los horizontes. Se tuvieron entonces 3 calicatas en total.

A fin de determinar la calidad y fertilidad del suelo, las submuestras inicialmente señaladas, fueron mezcladas con el horizonte A de las 3 calicatas, por cada comunidad y separadas en cantidad de 1 kg para su análisis de caracterización y contenido de nutrientes.

Todas las muestras obtenidas, se colocaron en una bolsa de polietileno debidamente identificada con el nombre de la comunidad, el nombre del propietario de la parcela y la clave del horizonte del perfil al que corresponde.

Dichas muestras fueron luego enviadas al laboratorio de Edafología del Instituto de investigación en Innovación Agraria “INIA”, sede Huancayo, para los análisis correspondientes.

3.3. TRABAJO DE LABORATORIO

3.3.1. ANÁLISIS DE SUELOS

Como se mencionó líneas arriba, las muestras de suelos fueron transportadas en bolsas plásticas y entregadas al Laboratorio de Análisis de Suelos y Fertilizantes del INIA – Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo, con sus respectivas identificaciones. Los análisis y métodos empleados fueron los siguientes:

- Textura: Porcentaje de arena, limo y arcilla por el método del hidrómetro.
- Ph: Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua en relación 1: 1 o en suspensión suelo: KCl, relación 1: 2.15.
- Calcáreo total (CaCO₃): Método gaso – volumétrico utilizando un calcímetro.
- Materia orgánica (m.o.): Método de Walkley y Black (1965), oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. Porcentaje de Materia Orgánica = Porcentaje de Carbono x 1.724.
- Nitrógeno total: Por el método micro Kjeldahl (1883).
- Fósforo disponible: Método de Olsen (1954) modificado, extracción con NaHCO₃ = 0.5M, pH 7.0.
- Potasio disponible: Extracción con acetato de amonio (CH₃ – COONH₄)N, pH 7.0
- Al⁺³ + H⁺: Método de Yuan (1959). Extracción con KCl, N.

Los resultados de estos análisis se pueden observar en el Anexo 8.

3.4. TRABAJO DE GABINETE

3.4.1. EVALUACIÓN DE LOS DATOS CLIMÁTICOS

Se recopiló datos de diez años de la estación meteorológica de Comas (2002 – 2011) con la finalidad de analizar una posible alteración de los principales parámetros meteorológicos que pudieran estar relacionados con el normal crecimiento de los árboles (temperatura promedio en grados centígrados y precipitación en milímetros). Para temperatura, se determinó mediante un promedio aritmético, la temperatura media para los años en mención según la fórmula:

$$T^{\circ} \text{ promedio} = \frac{\sum T^{\circ} \text{ promedio de los 12 meses}}{12 \text{ meses}}$$

Donde:

T° = Temperatura (°C)

Asimismo, con la precipitación promedio de cada mes de los años antes mencionados (en milímetros), se calculó mediante sumatoria, la cantidad anual de precipitación de acuerdo a la fórmula:

$$Pp \text{ promedio anual} = \sum Pp \text{ promedio de los 12 meses}$$

Donde:

Pp = Precipitación

3.4.2. SUPERVIVENCIA

Después de haber realizado un conteo simple de los individuos vivos y de los no encontrados o muertos en cada parcela, se procedió a calcular el porcentaje de supervivencia de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{Nro. de individuos vivos}}{\text{Nro. total de individuos}} \times 100$$

3.4.3. ANÁLISIS DE VARIANZA

Para establecer si los valores de los parámetros en cada una de las comunidades evaluadas (La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua) son significativamente distintos a los valores de las otras, se realizó una prueba ANOVA (Análisis de Varianza), donde si P valor (Pr) es mayor a 0,05 no hay significancia (ns); si P valor es menor a 0,05 existe significancia (*); y si P valor es menor a 0,01 existe una alta significancia (**) o diferencia significativa entre los parámetros comparados entre comunidades. Por P valor debe entenderse al nivel de significación más pequeño posible que puede escogerse, para el cual todavía se aceptaría que las comunidades no presentan valores semejantes. Asimismo se utilizó la prueba de comparaciones de Duncan y el Test HSD de Tukey para saber cuáles presentan valores similares y cuáles no. Se debe entender por bloques, al número total de parcelas que hay dentro de las comunidades, comparadas entre sí.

- Los parámetros con los cuales se realizó la prueba ANOVA, fueron los siguientes:
- Edad (meses)
- Altura (en metros)
- Supervivencia (en porcentaje)
- Pendiente (en porcentaje)
- Altitud (m.s.n.m.)
- Porcentaje de arena
- Porcentaje de arcilla
- Porcentaje de limo
- Acidez (ph)
- Contenido de materia orgánica (en porcentaje)
- Contenido de fósforo (en ppm)
- Contenido de potasio (en meq/100 gr.)

- Contenido de aluminio (en meq/100 gr.)
- Contenido de nitrógeno (en porcentaje)

3.4.4. ECUACIONES DE CRECIMIENTO

Para hallar el modelo de ecuación en base a la relación de altura sobre edad, se realizó un análisis estadístico que tuvo como finalidad encontrar los modelos matemáticos que pudieran explicar mejor la variación en el crecimiento de la especie; utilizándose para este fin la técnica de regresión de cuadrados mínimos.

Para la elaboración guía de crecimiento se probaron los siguientes modelos de ecuaciones de regresión:

$$Y = a + b(X)$$

$$Y = a + b(\sqrt{X})$$

$$\text{Ln } Y = a + b(\text{Ln } X)$$

$$\text{Ln } Y = a + b/X$$

Donde:

Y = altura mayor promedio en metros (variable dependiente)

X = edad en años (variable independiente)

a = constante de regresión

b = coeficiente de regresión

Ln = logaritmo natural

Se analizó el coeficiente de determinación (R^2) de cada modelo para ver cuál es la ecuación que mejor estimaba o predecía valores. El coeficiente de determinación nos indicó la proporción en que la variable dependiente Y (altura) debía su variación a la variable independiente X (edad). La ecuación que presente el mayor coeficiente de determinación, será la ecuación a elegir ya que es la que más se ajusta. Para ello se utilizó el Minitab Statistical software.

Una vez determinado el modelo a utilizar y ajustada la curva guía, se trazaron curvas de la misma forma que pasan por diferentes valores del índice de sitio.

3.4.5. CLASIFICACIÓN DE SITIOS

La elaboración de las curvas del índice de sitio se efectuó a partir de la altura mayor promedio (altura dominante), calculada de las 51 parcelas evaluadas, cuyas edades fueron de 3 a 33 meses.

Los 51 valores de altura mayor promedio obtenidos de los árboles de mayor tamaño de cada parcela (tercio superior más alto del total de individuos), fueron plotados en un eje de coordenadas, donde la abscisa representa la edad y la ordenada la altura mayor promedio de los arboles.

De acuerdo a la metodología gráfica de Alder (1980), se construyeron curvas de índice de sitio para realizar un análisis más detallado y con mayor precisión sobre el crecimiento de las plantaciones. A partir de este gráfico se estableció la curva guía o la tendencia del crecimiento hasta los 33 meses, es decir primero se dibujó a mano alzada la curva de tendencia central de los datos, luego las parcelas del borde inferior de la masa de datos y seguidamente la curva del borde superior de los datos. Finalmente, entre estas dos últimas y por extrapolación, se obtuvieron las curvas de índice de sitio.

Para cada caso se realizó el trazado de las curvas lo mas paralelas posibles. Se hizo una enumeración secuencial de las curvas (en romanos) desde la I (mayor producción) a la III (menor producción). A cada parcela se le asigna una clase de sitio, basándose en la altura dominante y la edad, obtenidas de las curvas de índice de sitio.

3.4.6. PROYECCIONES DE LAS ALTURAS DE ACUERDO A LOS MODELOS ESTADÍSTICOS ENSAYADOS

Se realizaron proyecciones de las alturas para cada modelo ensayado (lineal, raíz cuadrada y logarítmico). Para ello se utilizó el software estadístico MINITAB, tomando todos los datos y según la curva de cada modelo, se realizaron las proyecciones con el total de los datos de las alturas dominantes de todas las parcelas de las tres comunidades evaluadas en la microcuenca de Achamayo. Finalmente se determinaron dichas alturas a los 5 años de edad.

3.4.7. COMPARACIÓN ENTRE LAS PROYECCIONES DE LAS TRES COMUNIDADES EVALUADAS DE ACUERDO AL MODELO SELECCIONADO

Finalmente después de elegir el modelo que más se ajusta, se hicieron proyecciones de altura a la edad de 5 años con los datos obtenidos para cada comunidad y por separado, empleando para ello el software estadístico MINITAB y utilizando la curva obtenida para cada una de ellas. Con estos resultados, se compararon las alturas entre comunidades y se determinó cuál de ellas tendría un mayor crecimiento y por ende un mejor sitio para desarrollarse.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN DE ÁRBOLES

Después de evaluar a las parcelas donde se realizaron plantaciones con *Eucalyptus globulus* Labill en las comunidades de La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua, se determinó un total de 51 parcelas con una superficie de 7,59 ha, encontrándose en total 21 814 árboles, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Número de parcelas y de árboles evaluados por comunidad

Comunidad	Número de parcelas	Número. de árboles
La Florida A	17	8273
La Florida B	13	5356
San Antonio	21	8185
Total	51	21814

2. GEORREFERENCIACIÓN DE LAS PLANTACIONES

Se utilizó un GPS para georreferenciar cada una de las 51 parcelas y determinar el área. Para ello se recorrió el perímetro de las mismas. Luego con estos datos se ubicaron en un mapa los distintos rodales evaluados en las comunidades tal como lo muestra la figura 4.

La georreferenciación de las parcelas se muestra en la tabla 5 que se presenta a continuación:

Tabla 5: Georreferenciación de las parcelas

<i>Id</i>	<i>Propietario</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Altitud (m.s.n.m.)</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>
1	Adriana Poma (parcela 1)	0,1028	3647	La Florida A	468386	8690083
2	Adriana Poma (parcela 2)	0,2308	3655	La Florida A	468518	8689982
3	David Lizárraga (parcela 1)	0,2783	3750	La Florida A	468555	8689594
4	David Lizárraga (parcela 2)	0,0835	3745	La Florida A	468269	8689818
5	Enedina Apulinario	0,1097	3700	La Florida A	468256	8689488
6	Estela Torpoco (parcela 1)	0,0919	3684	La Florida A	468530	8689331
7	Estela Torpoco (parcela 2)	0,1221	3675	La Florida A	468401	8689904
8	Luz Maria de la Cruz	0,2105	3688	La Florida A	468236	8690112
9	Rodriga de la Cruz (parcela 1)	0,0997	3666	La Florida A	468462	8690177
10	Rodriga de la Cruz (parcela 2)	0,1761	3660	La Florida A	467786	8689598
11	Luis Rojas (parcela 1)	0,2384	3575	La Florida A	467868	8689396
12	Luis Rojas (parcela 2)	0,2466	3605	La Florida A	467887	8689220
13	Zenaida de la Cruz (parcela 1)	0,2144	3550	La Florida A	468062	8689170
14	Zenaida de la Cruz (parcela 2)	0,3042	3600	La Florida A	468120	8689969
15	Zenaida de la Cruz (parcela 3)	0,1005	3610	La Florida A	468261	8689964
16	Zenón de la Cruz Velez (parcela 1)	0,1665	3620	La Florida A	468911	8689862
17	Zenón de la Cruz Velez (parcela 2)	0,1134	3620	La Florida A	467734	8689309
1	Don Víctor	0,055	3888	La Florida B	469227	8690701
2	Sra. Doris	0,0415	3896	La Florida B	469112	8690456
3	Rubén Lizárraga (parcela 1)	0,3739	3735	La Florida B	469250	8690804

Continuación

<i>Id</i>	<i>Propietario</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Altitud (m.s.n.m.)</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>
4	Rubén Lizárraga (parcela 2)	0,1613	3728	La Florida B	469426	8690743
5	Johnny Laureano de la Cruz	0,1296	3620	La Florida B	469609	8690741
6	Rodrigo Alcázar	0,1452	3710	La Florida B	469670	8690534
7	Gertrudis Laura de Suazo (parcela 1)	0,1493	3600	La Florida B	469445	8690537
8	Gertrudis Laura de Suazo (parcela 2)	0,1359	3605	La Florida B	469603	8690434
9	Pascuala Vásquez de Pariona (parcela 1)	0,1131	3600	La Florida B	469738	8690984
10	Pascuala Vásquez de Pariona (parcela 2)	0,0889	3600	La Florida B	469857	8690553
11	Rayda (parcela 1)	0,1285	3646	La Florida B	469839	8690437
12	Rayda (parcela 2)	0,1841	3630	La Florida B	469924	8691057
13	Zenaida Labarthe	0,1491	3800	La Florida B	470085	8690409
1	Cesarina Vásquez Laureano (parcela 1)	0,09549	3725	San Antonio	466774	8691614
2	Cesarina Vásquez Laureano (parcela 2)	0,0909	3760	San Antonio	467045	8691687
3	Diómenes Quinto (parcela 1)	0,09987	3690	San Antonio	467058	8691524
4	Diómenes Quinto (parcela 2)	0,07318	3673	San Antonio	466809	8691516
5	Donata Rodríguez de Tolentino	0,09538	3675	San Antonio	467436	8691324
6	Emilia Salazar (parcela 1)	0,1096	3650	San Antonio	467189	8691325
7	Emilia Salazar (parcela 2)	0,14963	3650	San Antonio	466840	8691325
8	Maribel Enciso Arenas (parcela 1)	0,11212	3635	San Antonio	466988	8691192
9	Maribel Enciso Arenas (parcela 2)	0,11693	3750	San Antonio	466731	8690942
10	Martha de la Cruz Hinostrza (parcela 1)	0,19372	3690	San Antonio	466980	8690885
11	Martha de la Cruz Hinostrza (parcela 2)	0,14701	3660	San Antonio	466650	8690746
12	Martha Tolentino (parcela 1)	0,11748	3690	San Antonio	467159	8691107
13	Martha Tolentino (parcela 2)	0,20586	3700	San Antonio	466690	8691447
14	Martha Tolentino (parcela 3)	0,15784	3700	San Antonio	466471	8690816
15	Rubén Andrade (parcela 1)	0,14504	3625	San Antonio	466907	8690745
16	Rubén Andrade (parcela 2)	0,1317	3625	San Antonio	467561	8690857
17	Silvia Laureano Mantari (parcela 1)	0,23659	3700	San Antonio	467900	8690783
18	Silvia Laureano Mantari (parcela 2)	0,10194	3685	San Antonio	467487	8691074

Continuación

<i>Id</i>	<i>Propietario</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Altitud (m.s.n.m.)</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>
19	Silvia Laureano Mantari (parcela 3)	0,11223	3685	San Antonio	466746	8690549
20	Héctor Mantari Bendez (parcela 1)	0,09669	3623	San Antonio	467001	8690452
21	Héctor Mantari Bendez (parcela 2)	0,25650	3620	San Antonio	466407	8690572
Total		7,590324				

Asimismo, las altitudes promedio de todas las parcelas evaluadas para cada comunidad, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6: Altitud promedio

<i>Comunidad</i>	<i>Altitud promedio (m.s.n.m.)</i>
La Florida A	3650
La Florida B	3697
San Antonio	3676

3. MEDICIÓN DE LAS PENDIENTES

Una vez situados en las parcelas y con ayuda del clinómetro Suunto, se procedió a tomar las pendientes de cada una de ellas, en las tres comunidades evaluadas. Los resultados obtenidos se pueden observar en el anexo 3. Asimismo, se puede apreciar que de las 3 comunidades evaluadas quien presenta mayor pendiente promedio es La Florida A con 35,89 %, le sigue La Florida B con 33,71 %, y quien tiene la menor pendiente es la comunidad San Antonio de Padua con 22,29 %.

4. SUPERVIVENCIA

Para determinar el porcentaje de supervivencia en las comunidades, se realizó un conteo simple del número total de árboles plantados y el número total de árboles vivos, tal como lo muestra la tabla 7. Se debe mencionar que el diseño de plantación utilizado fue el tres bolillo con un distanciamiento entre árboles de 2m x 2m.

Tabla 7: Número de árboles vivos y número total de árboles plantados

<i>Comunidad</i>	<i>Número de árboles vivos</i>	<i>Número total de árboles</i>	<i>Supervivencia (%)</i>
<i>La Florida A</i>	8273	8968	92,25
<i>La Florida B</i>	5356	6070	88,24
<i>San Antonio</i>	8185	8665	94,46
Total	21814	23703	92,03

5. MEDICIÓN DE LA ALTURA TOTAL DE LOS ÁRBOLES

Se realizó la medición de las alturas con ayuda de una vara de medición y una wincha metálica. En el Anexo 2 se observa la altura dominante promedio (m) de las 51 parcelas evaluadas. La parcela 28 de 3 meses de edad, es la que representa el valor más bajo en altura (0,365 m) y el valor más alto se encuentra en la parcela 7 de 33 meses de edad, con 2,19 m de altura. Ambas parcelas pertenecen a La Florida B y La Florida A respectivamente.

En la tabla 8 que aparece a continuación, se muestra la altura dominante promedio (m) por grupos de edades. La altura total dominante promedio con el valor más alto, fue encontrada en las parcelas de 33 meses (1,83 m), que es lo esperado debido a que son las parcelas de mayor edad. Se puede apreciar que las parcelas de 5 meses presentan valores mayores de altura promedio que las parcelas de 6 meses. Asimismo, las plantaciones de 15 meses presentan valores promedio considerablemente más altos que las plantaciones de 17 y 21 meses. Esto nos indicaría las diferentes clases de sitio presente en la zona y que en ciertas parcelas o comunidades, algunos individuos o conjunto de estos responden mejor debido al sitio (crecimiento en altura más elevado).

Tabla 8: Altura total dominante promedio (m) por grupos de edades

<i>Edad (meses)</i>	<i>Altura total dominante promedio (m)</i>
3	0,51
5	0,70
5,13	0,67
5,29	0,72
5,41	0,75
6	0,60
9	0,84
15	1,40
17	1,17
21	1,03
29	1,50
33	1,83

En la tabla 8 podemos apreciar, que las alturas promedio para las parcelas con 6, 17 y 21 meses presentan valores por debajo del promedio del resto de parcelas evaluadas, lo cual se debería a que dichas parcelas se encuentran en La Florida A, donde el crecimiento es menor que en las otras dos comunidades. Esto podría deberse principalmente a que en dicha comunidad el pH del suelo es extremadamente ácido y presenta el valor más bajo frente a La Florida B y San Antonio de Padua (ver ANEXOS 4 y 5); asimismo, de acuerdo a la textura del suelo, se puede apreciar que dicha comunidad presenta menor porcentaje de arcilla (27,2%) que las otras dos comunidades, y el contenido de materia orgánica en el horizonte B es muy bajo, lo cual indica que la capacidad de retención de agua es menor que en las otras dos comunidades estudiadas.

En la figura 5, mediante un gráfico de dispersión, podemos apreciar la relación entre la edad y la altura total dominante de todas las parcelas evaluadas. La gráfica nos muestra una relación directa entre las variables evaluadas, es decir, a mayor edad mayor altura. Se aprecia además que en una parcela de 15 meses (perteneciente a Rayda Labarthe de la comunidad Florida B), se presentan valores considerablemente más altos que en los meses siguientes. Esto podría deberse a que existen canales de riego en las cercanías y posiblemente la humedad del suelo podría influir en el crecimiento de los individuos.

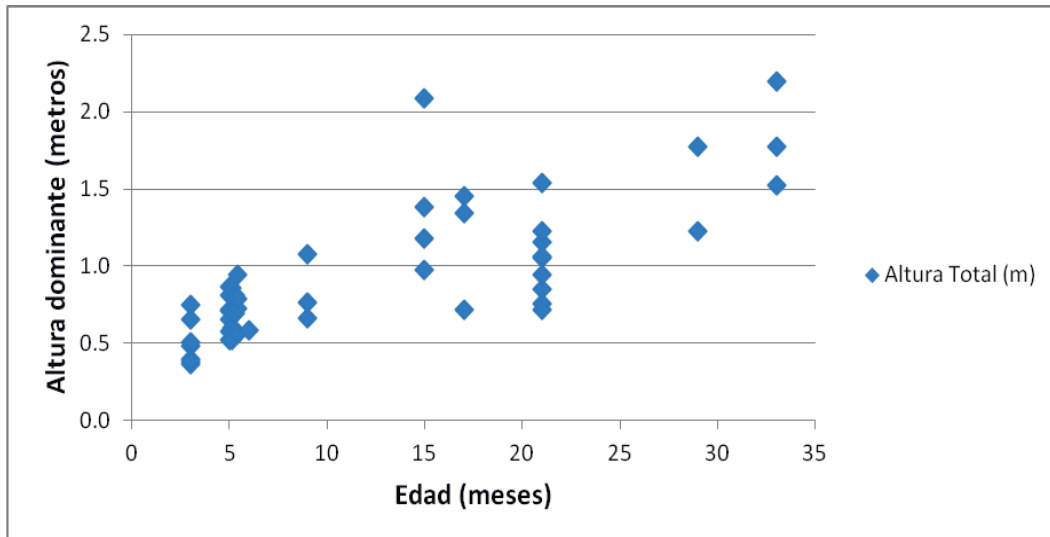


Figura 5: Relación edad (meses) y altura dominante (m)

En el Anexo 1, se presenta el modelo de planilla empleado para el registro de las alturas de los individuos por parcela.

6. ESTADO FITOSANITARIO

Después de realizada la evaluación cualitativa del estado fitosanitario de los individuos, se determinó que en las tres comunidades y dentro de todas las parcelas los plantones no presentaban ataque de insectos u otros agentes patógenos considerable. En todas las parcelas evaluadas, se encontró que el estado fitosanitario de los individuos de *Eucalyptus globulus* Labill era bueno.

7. TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS Y APERTURA DE CALICATAS

Luego de haber sido tomadas las muestras de suelo en la capa productiva de este (en todas las parcelas), se realizaron las calicatas en cada comunidad, y se identificaron los horizontes y sus profundidades tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 9: Horizontes de suelo en las calicatas por comunidad

<i>Comunidad</i>	<i>Propietario</i>	<i>Horizontes de suelo</i>	<i>Profundidades (cm)</i>
<i>La Florida A</i>	Parcela nro. 2 Estela Torpoco	A	0 - 27
		B	27 - 100
<i>La Florida B</i>	Parcela nro. 2 Rayda	A	0 - 35
		B	35 - 100
<i>San Antonio</i>	Parcela nro. 2 Emilia Salazar	A	0 - 30
		B	30 - 100

De las tres calicatas hechas (una para cada comunidad), se encontraron dos horizontes de suelo en cada una de ellas.

Finalmente, el número total de muestras enviadas al laboratorio de Edafología del INIA (sede Huancayo) para los análisis correspondientes fueron seis.

8. TRABAJO DE LABORATORIO

8.1. ANÁLISIS DE SUELOS

Como se mencionó líneas arriba, las muestras de suelos fueron transportadas en bolsas plásticas y entregadas al Laboratorio de Análisis de Suelos y Fertilizantes del INIA – Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo, con sus respectivas identificaciones. Los resultados de estos análisis se pueden observar en el Anexo 8.

9. TRABAJO DE GABINETE

9.1. EVALUACIÓN DE LOS DATOS CLIMÁTICOS

Se recopiló datos de diez años de la estación meteorológica de Comas (2002 – 2011). Para el parámetro temperatura, se determinó mediante un promedio aritmético, la temperatura media por mes para los años en mención, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10: Temperatura Media (2002 – 2011)

<i>Mes</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Prom.</i>
<i>Prom</i>	9,09	9,09	8,99	9,08	8,76	8,23	7,87	8,21	8,38	8,95	9,21	8,86	8,73

La curva que describe el comportamiento de la temperatura entre los años en mención se muestra en la figura 6, donde podemos apreciar que el valor más alto se dio en el mes de noviembre (9,21 °C), y el valor más bajo se dio en el mes de julio (7,87 °C).

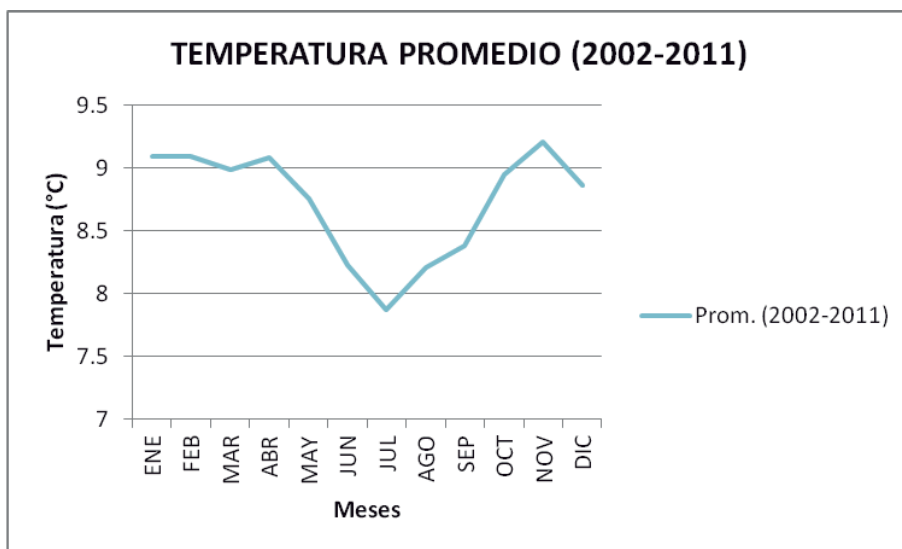


Figura 6: Temperatura promedio (2002-2011)

Asimismo, para el parámetro precipitación, se trabajó con el promedio de cada mes de los años antes mencionados (en milímetros) y se calculó mediante sumatoria, la cantidad anual de precipitación tal como se muestra en la tabla 11:

Tabla 11: Precipitación promedio (2002 – 2011)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Prom	126,33	128,1	139	59,98	23,89	14,88	29,13	29,41	49,47	108,94	87,34	130,2	926,67

En la figura 7 podemos apreciar que en el mes de marzo se ha registrado el mayor valor de precipitación promedio entre los años mencionados (139 mm) y en el mes de junio se registró el valor de precipitación promedio más bajo (14,88 mm), siendo este el mes más seco para la zona evaluada.

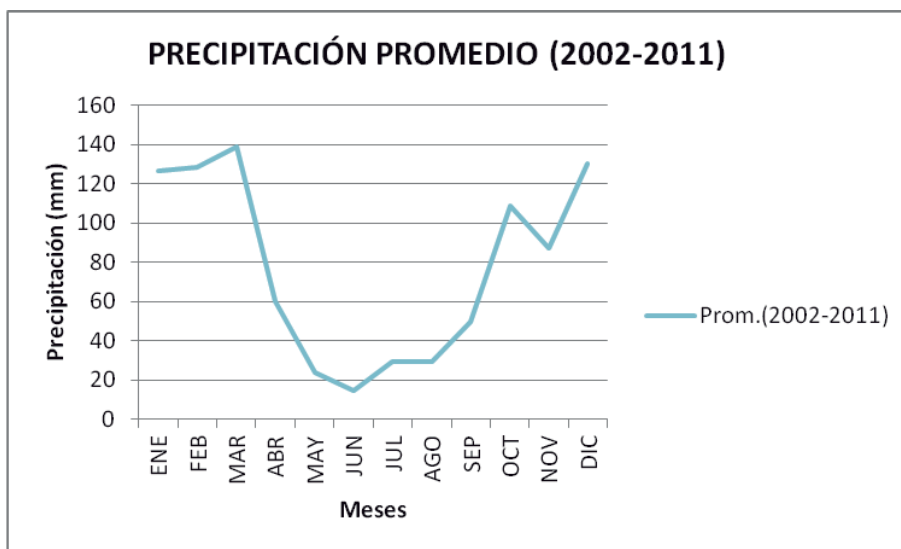


Figura 7: Precipitación promedio (2002 – 2011)

9.2. SUPERVIVENCIA

Después de haber realizado un conteo simple de los individuos vivos y de los no encontrados o muertos en cada parcela, se procedió a calcular el porcentaje de supervivencia para cada una de ellas. Asimismo se calculó la supervivencia promedio por comunidad tal como se muestra en la tabla 12:

Tabla 12: Porcentaje de supervivencia por comunidad

<i>Comunidad</i>	<i>Supervivencia (%)</i>
<i>La Florida A</i>	92,25
<i>La Florida B</i>	88,24
<i>San Antonio</i>	94,46
<i>Promedio</i>	91,65

Se puede apreciar en el cuadro, que San Antonio de Padua y La Florida A tienen mayor supervivencia que La Florida B, donde se encontró en la parcela nro. 1 de Pascuala Vásquez de Pariona, un porcentaje de supervivencia de 61,26 % siendo este el menor de todas las parcelas evaluadas. Por otro lado en San Antonio de Padua, se encontró que en la parcela nro. 1 de Martha Tolentino, el porcentaje de supervivencia es de 100 %. En el Anexo 3 se encuentra el porcentaje de supervivencia de cada una de las parcelas evaluadas.

9.3. ANÁLISIS DE VARIANZA

Después de haber realizado un análisis de varianza (ANOVA), comparando para ello los distintos parámetros de las comunidades La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua en la microcuenca de Achamayo, se obtuvieron los siguientes resultados para cada uno de ellos:

9.3.1. EDAD

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) realizado para la variable edad, se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 13: Significancia entre comunidades para edad

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	1659,835811	829,917906	18,14	0,0001	**

El análisis de varianza (ANOVA) para este parámetro, nos indica que entre comunidades existe diferencia estadística altamente significativa ($Pr < 0,01$) que nos permite afirmar que las edades en las comunidades evaluadas son diferentes, en tanto que para la fuente bloques (parcelas) no hay diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad de 56.92 %. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, nos indica que las comunidades San Antonio y Florida B presentan edades similares, a diferencia de la Florida A cuya edad es significativamente mayor que las otras dos mencionadas (ANEXO 9).

9.3.2. ALTURA

Para la variable altura, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 14: Significancia entre comunidades para Altura

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,88451748	0,44225874	2,47	0,1028	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable altura, nos muestra que para comunidades no existe evidencia estadística que nos indique que las alturas en las tres comunidades sean diferentes ($Pr > 0,05$). Esto quiere decir que las alturas de los árboles comparativamente hablando entre Florida A, Florida B y San Antonio de Padua son similares. Asimismo, para

la fuente bloques no existe diferencia significativa dentro de las mismas. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa y que las alturas entre ellas son similares (ANEXO 10).

9.3.3. SUPERVIVENCIA

Para la variable supervivencia, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 15: Significancia entre comunidades para Supervivencia

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	311,3023930	155,6511965	3,43	0,0466	*

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable supervivencia nos indica que entre las comunidades existe evidencia estadística, para poder afirmar que los valores obtenidos son diferentes ($Pr < 0,05$). En tanto que para la fuente bloques no hay significación o diferencia significativa. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que la comunidad San Antonio presentó un mejor resultado en cuanto al porcentaje de supervivencia (más alto) que la comunidad Florida B, pero no que la comunidad Florida A, donde se presenta un porcentaje de supervivencia similar (ANEXO 11).

9.3.4. ALTITUD

Para la variable altitud, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 16: Significancia entre comunidades para Altitud

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	16627,09287	8313,54643	1,90	0,1687	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable altitud, nos indica que entre las comunidades evaluadas no existe diferencia significativa ($Pr > 0,05$), con lo cual podríamos afirmar que entre ambas, el parámetro altitud es similar, en tanto que para la fuente bloques tampoco existe significación o diferencia significativa. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa y sus valores son similares entre sí (ANEXO 12).

9.3.5. PENDIENTE

Para la variable pendiente, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 17: Significancia entre comunidades para Pendiente

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Anova SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	2011,450529	1005,725265	5,99	0,0068	**

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable pendiente, nos indica que entre comunidades existe diferencia altamente significativa ($Pr < 0,01$), mientras que para la fuente bloques no existe significación o diferencia significativa, presentando valores similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que la comunidad San Antonio presentó una pendiente significativamente menos pronunciada que las comunidades Florida A y Florida B, donde los valores de estas últimas son similares (ANEXO 13).

9.3.6. PORCENTAJE DE ARENA HORIZONTE A

Para la variable arena horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 18: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arena en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	4,23006063	2,11503031	1,01	0,3779	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable porcentaje de Arena en el Horizonte A nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa ($Pr > 0,05$), lo que indica que sus valores son similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que no existe suficiente evidencia estadística para determinar que hay diferencia significativa entre las comunidades evaluadas, para la variable en mención, donde los valores para este parámetro son similares (ANEXO 14).

9.3.7. PORCENTAJE DE ARENA HORIZONTE B

Para la porcentaje arena horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 19: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arena en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	10,08035648	5,04017824	2,25	0,1243	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable porcentaje de Arena en el Horizonte B, nos indica que entre comunidades no existe significación o diferencia significativa ($Pr > 0,05$), lo que indica que los valores para todas ellas son similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa en el porcentaje de la variable que es objeto de análisis, donde sus valores se asemejan (ANEXO 15).

9.3.8. PORCENTAJE DE ARCILLA HORIZONTE A

Para la variable porcentaje de arcilla en el horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico ANOVA fueron los siguientes:

Tabla 20: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arcilla en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	1,25958940	0,62979470	0,63	0,5404	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable porcentaje de Arcilla en el Horizonte A nos indica que entre comunidades no existe significación o diferencia significativa ($Pr > 0,05$), lo que nos indica que para ellas los valores son semejantes. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa para variable señalada, presentando valores similares al compararlas entre sí (ANEXO 16).

9.3.9. PORCENTAJE DE ARCILLA HORIZONTE B

Para la variable porcentaje de arcilla en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 21: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Arcilla en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	6,43242349	3,21621175	3,55	0,0423	*

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable Porcentaje de arcilla en el Horizonte B, nos indica que entre comunidades existe diferencia significativa ($Pr < 0,05$), cuyos valores son diferentes entre sí. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre las comunidades San Antonio y Florida A, existe diferencia estadística significativa, teniendo esta última un mayor contenido de arcilla en el horizonte B (ANEXO 17).

9.3.10. PORCENTAJE DE LIMO HORIZONTE A

Para la variable altura, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 22: Significancia entre comunidades para el porcentaje de limo en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	1,19339323	0,59669662	0,39	0,6812	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable porcentaje de Limo en el Horizonte A nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa ($Pr > 0,05$), lo que nos indica que entre ellas los valores son similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa para la variable mencionada líneas arriba, cuyos valores son semejantes (ANEXO 18).

9.3.11. PORCENTAJE DE LIMO HORIZONTE B

Para la variable porcentaje de limo en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 23: Significancia entre comunidades para el porcentaje de Limo en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	14,17018553	7,08509276	3,70	0,0375	*

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable limo en el Horizonte B nos indica que entre comunidades existe diferencia significativa ($Pr < 0,05$). Asimismo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa a diferencia de la prueba de Duncan, que nos indicaría mayor contenido de limo en San Antonio que en Florida B. La segunda por tratarse de una prueba más rigurosa, fue la prueba a tomar en cuenta (ANEXO 19).

9.3.12. PH HORIZONTE A

Para la variable PH en el horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 24: Significancia entre comunidades para el PH en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,02266313	0,01133156	0,11	0,8930	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable PH en el horizonte A nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa ($Pr > 0,05$), donde se presentan valores similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa, lo que demuestra la similitud en los datos (ANEXO 20).

9.3.13. PH HORIZONTE B

Para la variable PH en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 25: Significancia entre comunidades para el PH en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,16050523	0,08025262	0,92	0,4109	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable PH en el Horizonte B, nos indica que para comunidades no existe diferencia estadística significativa ($Pr > 0,05$), lo cual nos permite afirmar que para esta variable se presentan valores similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, nos indica que las comunidades La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua presentan PHs similares (ANEXO 21).

9.3.14. PORCENTAJE DE MO HORIZONTE A

Para la variable MO en el horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 26: Significancia entre comunidades para el contenido de MO en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,40094044	0,20047022	2,64	0,0893	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable porcentaje de MO en el horizonte A nos indica que entre comunidades no existe significación o diferencia significativa ($Pr > 0,05$), con lo cual se puede afirmar que sus valores son similares. Sin embargo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, nos indica que la comunidad San Antonio de Padua resultó tener mayor contenido de materia orgánica que la comunidad Florida B, pero no que la comunidad Florida A (ANEXO 22).

9.3.15. PORCENTAJE DE MO HORIZONTE B

Para la variable MO en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 27: Significancia entre comunidades para el contenido de MO en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,28100220	0,14050110	1,92	0,1649	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable porcentaje de MO en el Horizonte B, nos indica que para comunidades no existe significación o diferencia significativa ($Pr > 0,05$), con lo cual se podría afirmar que los valores para esta variable son similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa (ANEXO 23).

9.3.16. FÓSFORO (P EN PPM) HORIZONTE A

Para la variable fósforo en el horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 28: Significancia entre comunidades para el contenido de Fósforo en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,16013426	0,08006713	0,87	0,4316	ns

El análisis de varianza (ANVA) para la Fósforo en el horizonte A nos indica que para tratamientos no existe significación o diferencia significativa ($Pr > 0,05$), donde los valores son similares. Asimismo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa (ANEXO 24).

9.3.17. FÓSFORO (P EN PPM) HORIZONTE B

Para la variable fósforo en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 29: Significancia entre comunidades para el contenido de Fósforo en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,00757098	0,00378549	0,04	0,9588	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable Fósforo en el Horizonte B, nos indica que entre comunidades no existe significación o diferencia significativa para los valores de este parámetro, donde estos son similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa para la variable en mención (ANEXO 25).

9.3.18. POTASIO (K EN PPM) HORIZONTE A

Para la variable potasio en el horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 30: Significancia entre comunidades para el contenido de Potasio en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	20,1662235	10,0831118	0,45	0,6410	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable potasio en el Horizonte A, nos indica que para tratamientos no existe significación ($Pr > 0,05$), Asimismo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre las comunidades La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua, no existe diferencia estadística significativa para la variable mencionada, por lo cual se podría afirmar que presentan contenidos de Potasio similares (ANEXO 26).

9.3.19. POTASIO (K EN PPM) HORIZONTE B

Para la variable potasio en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 31: Significancia entre comunidades para el contenido de Potasio en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	12,4308880	6,2154440	0,37	0,6959	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable potasio en el Horizonte B, nos indica que entre comunidades no existe significación o diferencia estadística significativa ($Pr > 0,05$), por lo cual se puede afirmar que los valores para esta variable son similares. Asimismo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, nos indica que entre comunidades no existe diferencia significativa para el parámetro que es objeto de estudio (ANEXO 27).

9.3.20. ALUMINIO (AL EN MEQ/100 GR) HORIZONTE A

Para la variable aluminio en el horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 32: Significancia entre comunidades para el contenido de Aluminio en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,10508745	0,05254373	0,63	0,5388	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable aluminio en el Horizonte A, nos indica que entre las comunidades evaluadas no existe significación o diferencia estadística significativa ($Pr > 0,05$), con lo cual se puede afirmar que los valores de estas son similares. Asimismo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que no existe diferencia estadística significativa entre comunidades (ANEXO 28).

9.3.21. ALUMINIO (AL EN MEQ/100 GR) HORIZONTE B

Para la variable aluminio en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 33: Significancia entre comunidades para el contenido de Aluminio en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,14173730	0,07086865	0,78	0,4703	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable aluminio en el Horizonte B, nos indica que para comunidades no existe significación o diferencia estadística significativa, cuyos valores, podemos afirmar son similares. Asimismo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa para la variable en mención (ANEXO 29).

9.3.22. NITRÓGENO (N) HORIZONTE A

Para la variable nitrógeno en el horizonte A, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 34: Significancia entre comunidades para el contenido de Nitrógeno en el Horizonte A

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,33723901	0,16861951	2,76	0,0802	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable Nitrógeno en el Horizonte A nos indica que para tratamientos no existe significación o diferencia estadística significativa ($Pr > 0,05$), cuyos valores son similares. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa para el contenido de Nitrógeno en el Horizonte A (ANEXO 30).

9.3.23. NITRÓGENO (N) HORIZONTE B

Para la variable nitrógeno en el horizonte B, los valores determinados después de realizar el análisis estadístico fueron los siguientes:

Tabla 35: Significancia entre comunidades para el contenido de Nitrógeno en el Horizonte B

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Type III SS</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Value</i>	<i>Pr > F</i>	<i>Significancia</i>
COMUNIDAD	2	0,33224755	0,16612377	2,45	0,1049	ns

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable nitrógeno en el Horizonte B, nos muestra que entre comunidades no existe diferencia significativa ($Pr > 0,05$), donde sus valores son similares. Asimismo, la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, nos indica que entre comunidades no existe diferencia estadística significativa para la variable antes mencionada (ANEXO 31).

Se debe mencionar que en general, para los parámetros analizados no se muestra diferencia significativa entre las comunidades (solo en cinco parámetros). Esto querría decir que La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua presentan calidades de sitio muy parecidas o similares.

9.4. ECUACIONES DE CRECIMIENTO

Luego de realizar el análisis de regresión ajustada por mínimos cuadrados y probar distintos modelos de ecuaciones de crecimiento (en base a la relación edad – altura, donde X es la edad en meses y Y es la altura total en metros), se elaboró un resumen donde se muestran los resultados (tabla 40). Se probaron 4 modelos para estimar el crecimiento en altura.

9.4.1. MODELO LINEAL

Se realizó el ajuste de la regresión entre la altura mayor y la edad según la ecuación lineal de forma: $Y = a + bX$. Los datos obtenidos para el modelo antes mencionado (ANEXO 32), son los observados en la siguiente tabla:

Tabla 36: Resumen estadístico para el modelo lineal ensayado

<i>Modelo Ensayado</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>r² (%)</i>	<i>Prueba F</i>
$Y = a + bX$	0,543	0,031	0,785	0,617	41,829; p=0,000

De acuerdo a la tabla 36, la ecuación que se encuentra determinada según el modelo lineal, es la siguiente: $Y = 0.543 + 0.031X$

Con un coeficiente de correlación (r) de 0,785 y un coeficiente de determinación (r^2) de 0,617.

9.4.2. MODELO RAÍZ CUADRADA

Se realizó el ajuste de la regresión entre la altura mayor y la edad según la ecuación de forma: $Y = a + b\sqrt{X}$. Los datos obtenidos para el modelo antes mencionado (ANEXO 33), son los observados en la siguiente tabla:

Tabla 37: Resumen estadístico para el modelo raíz cuadrada ensayado

<i>Modelo Ensayado</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>r² (%)</i>	<i>Prueba F</i>
$Y = a + b\sqrt{X}$	0,192	0,224	0,796	0,633	44,822; p=0,000

De acuerdo a la tabla 37, la ecuación que se encuentra determinada según el modelo raíz cuadrada, es la siguiente: $Y = 0,192 + 0,224\sqrt{X}$

Con un coeficiente de correlación (r) de 0,796 y un coeficiente de determinación (r^2) de 0,633.

9.4.3. MODELO LOGARÍTMICO

Se realizó el ajuste de la regresión entre la altura mayor y la edad según la ecuación de forma logarítmica: $LnY = a + bLnX$. Los datos obtenidos para el modelo antes mencionado (ANEXO 34), son los observados en la siguiente tabla:

Tabla 38: Resumen estadístico para el modelo logarítmico ensayado

<i>Modelo Ensayado</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>r² (%)</i>	<i>Prueba F</i>
$LnY = a + bLnX$	-1,029	0,366	0,800	0,641	46,374; p=0,000

De acuerdo a la tabla 38, la ecuación obtenida y que se encuentra determinada según el modelo logarítmico, es la siguiente: $LnY = -1,029 + 0,396LnX$

Con un coeficiente de correlación (r) de 0,8 y un coeficiente de determinación (r^2) de 0,641.

9.4.4. MODELO LOGARÍTMICO

Se realizó el ajuste de la regresión entre la altura mayor y la edad según la ecuación de forma logarítmica siguiente: $LnY = a + b/X$. Los datos obtenidos para el modelo antes mencionado (ANEXO 35), son los observados en el siguiente cuadro:

Tabla 39: Resumen estadístico para el modelo logarítmico ensayado

<i>Modelo Ensayado</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>r² (%)</i>	<i>Prueba F</i>
$LnY = a + b\left(\frac{1}{X}\right)$	0,272	-2,998	0,784	0,614	41,352; p=0,000

De acuerdo a la tabla 39, la ecuación que se encuentra determinada según el modelo logarítmico es la siguiente: $LnY = 0.272 + b/X$

Con un coeficiente de correlación (r) de 0,784 y un coeficiente de determinación (r^2) de 0,614.

En la tabla 40, se encuentra el resumen de los resultados de las regresiones ajustadas por mínimos cuadrados entre la altura mayor promedio y la edad.

Para la comparación de las regresiones ensayadas, se tomó como medida de precisión el coeficiente de correlación (r), el coeficiente de determinación (r^2) y la prueba F del análisis de varianza, conforme se consigna en el cuadro mostrado a continuación.

Tabla 40: Resumen de Resultados de los Análisis de Regresión Ajustados por Mínimos Cuadrados

<i>Modelos Ensayados</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>r² (%)</i>	<i>Prueba F</i>
1. $Y = a + bX$	0,543	0,031	0,785	0,617	41,829; $p=0,000$
2. $Y = a + b\sqrt{X}$	0,192	0,224	0,796	0,633	44,822; $p=0,000$
3. $LnY = a + bLnX$	-1,029	0,366	0,800	0,641	46,374; $p=0,000$
4. $LnY = a + b\left(\frac{1}{X}\right)$	0,272	-2,998	0,784	0,614	41,352; $p=0,000$

Se realizó la regresión con los promedios de las alturas dominantes por parcelas sobre el total de datos. De estos datos analizados, se observa que las pruebas F para las cuatro ecuaciones ensayadas son altamente significativas. De acuerdo a esto y a los valores estadísticos obtenidos, se optó por la ecuación según el modelo logarítmico Nro. 3 ($Y = a + bLnX$), ya que presenta mayor coeficiente de determinación y el valor de F más alto.

En la figura 8 tenemos la relación edad (meses) vs altura total dominante (m). Según la figura podemos apreciar que la parcela de 15 meses de edad presenta valores de altura total dominante muy por encima de los valores que indica la tendencia (altura estimada a partir de la ecuación elegida), lo cual podría deberse a las cercanías de canales de irrigación (mayor contenido de humedad del suelo).

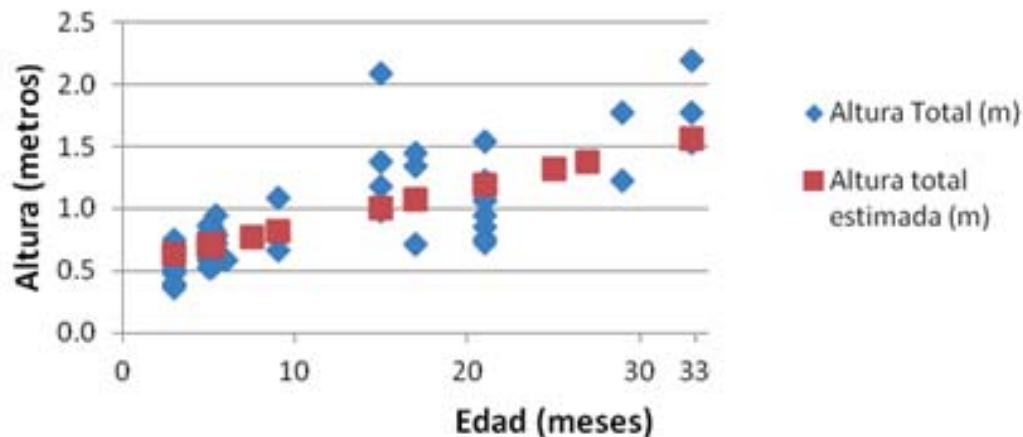


Figura 8: Relación edad (meses) y altura (m)

9.5. CLASIFICACIÓN DE SITIOS

Para realizar la clasificación de acuerdo a los sitios, se utilizó la altura dominante promedio de las 51 parcelas evaluadas de acuerdo a sus edades y con esos valores se elaboró la curva edad – altura (para determinar el índice de sitio), debido a que esta última variable no se ve afectada o es poco afectada por la densidad dentro de las parcelas en mención.

La altura dominante se obtuvo al promediar el tercio con los valores más altos de altura dentro de cada parcela. En el anexo 2 se tienen los valores de los promedios respectivos, que vendrían a ser las alturas dominantes para cada una de las parcelas dentro de las comunidades evaluadas.

Seguidamente, se trazaron curvas de índice de sitio para evaluar de manera más eficiente y precisa el crecimiento de la especie *Eucalyptus globulus* Labill en la microcuenca de Achamayo. Antes de iniciar la elaboración de las curvas, se realizó el gráfico de dispersión edad vs altura dominante, de todas las parcelas que fueron objeto de estudio. En la figura 9, se puede apreciar las curvas hechas a mano alzada, que fueron realizadas siguiendo las tendencias del borde superior, inferior y central de los datos obtenidos en campo. De igual manera, se construyeron dos curvas paralelas: una entre la superior y la central, y otra entre la inferior y la central (curvas interpoladas) que fueron hechas para distinguir con mayor precisión las zonas de acuerdo a cada clase de sitio.

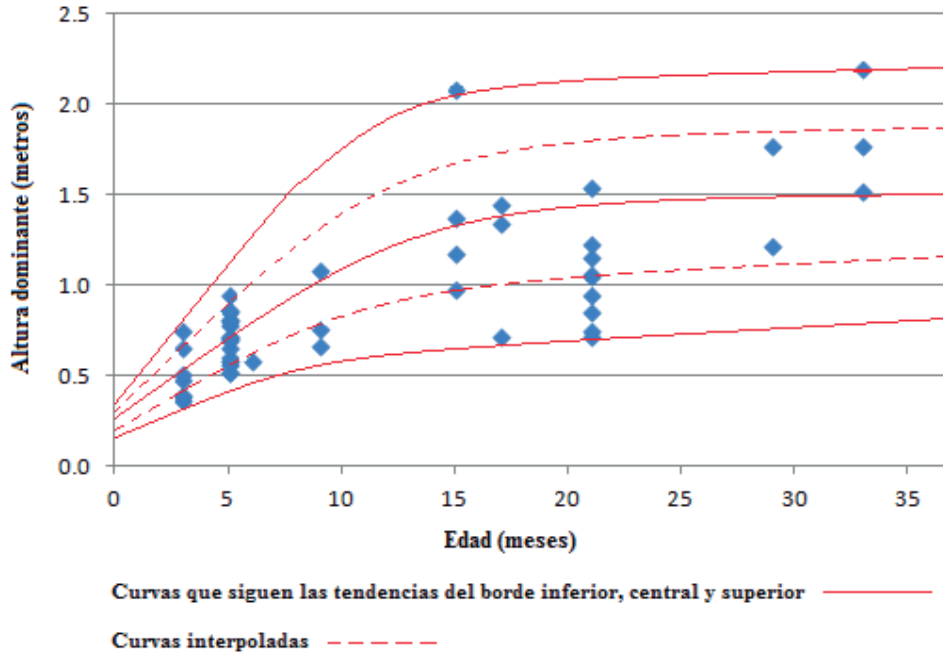


Figura 9: Trazado de las tres curvas principales de índice de sitio y dos curvas intermedias añadidas por interpolación

Como se puede apreciar en la figura 10, las curvas de índice realizadas a mano alzada, que nos indicarían las clases de sitio existentes para todas las parcelas evaluadas, donde el dato utilizado para su elaboración fue la altura dominante y la edad de cada rodal como se establece en la metodología, las curvas se enumeraron desde la clase de sitio I (la más productiva) hasta la clase de sitio III (la de menor producción). Asimismo se puede notar que la mayor cantidad de puntos recaen bajo la curva inferior (Calidad de sitio III).

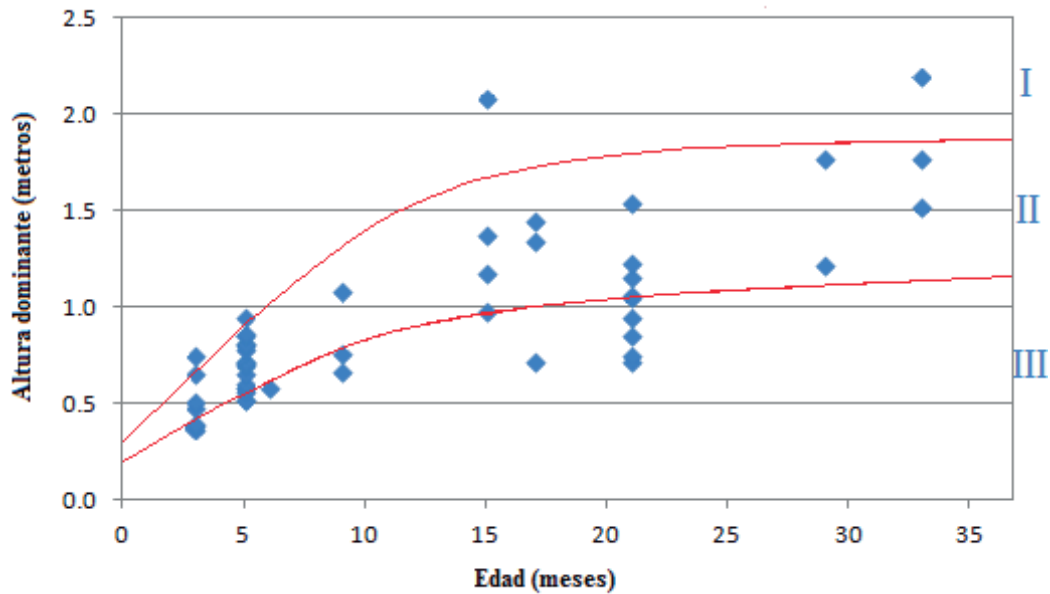


Figura 10: Curvas de Índice de Sitio

En la siguiente tabla se muestran las parcelas de acuerdo a su clase de sitio:

Tabla 41: Clasificación de parcelas de acuerdo a las Clases de sitio

<i>Parcela</i>	<i>Edad (meses)</i>	<i>Altura dominante (m)</i>	<i>Clase de sitio</i>
1	3	0,7	I
2	3	0,7	I
3	3	0,5	I
4	3	0,5	I
5	5	0,9	I
6	5	0,8	I
7	5,13	0,9	I
8	5,29	0,8	I
9	5,29	0,8	I
10	5,41	0,9	I
11	5,41	0,8	I
12	15	2,1	I
13	33	2,2	I
14	5	0,7	II
15	5	0,7	II
16	5	0,7	II

Continuación

<i>Parcela</i>	<i>Edad (meses)</i>	<i>Altura dominante (m)</i>	<i>Clase de sitio</i>
17	5	0,7	II
18	5,13	0,6	II
19	5,29	0,7	II
20	5,41	0,7	II
21	9	1,1	II
22	15	1,4	II
23	15	1,2	II
24	17	1,5	II
25	17	1,3	II
26	21	1,5	II
27	21	1,2	II
28	21	1,2	II
29	29	1,8	II
30	33	1,8	II
31	33	1,5	II
32	3	0,4	III
33	3	0,4	III
34	3	0,4	III
35	5	0,5	III
36	5,13	0,6	III
37	5,13	0,5	III
38	5,29	0,6	III
39	5,41	0,6	III
40	6	0,6	III
41	9	0,8	III
42	9	0,7	III
43	15	1,0	III
44	17	0,7	III
45	21	1,1	III
46	21	1,1	III
47	21	0,9	III
48	21	0,8	III
49	21	0,8	III
50	21	0,7	III
51	29	1,2	III

A partir de los datos mostrados en la tabla 41 y de acuerdo a las clases de sitio, se hicieron gráficos de dispersión comparando la relación altura dominante (en metros) y edad (en meses).

9.5.1. CLASE DE SITIO I

Podemos apreciar en la figura 11, que existe una relación directa entre la edad y altura. Asimismo se debe mencionar que se ha encontrado que en la parcela de 15 meses (perteneciente a Rayda Labarthe de la comunidad Florida B), el valor de altura dominante es de 2,15 metros, valor que se encuentra considerablemente por encima de lo que la curva señala. Asimismo se nota que existe una tendencia lineal positiva, donde si aumenta la edad, también lo hace la altura, pues es directa la relación entre ambas.

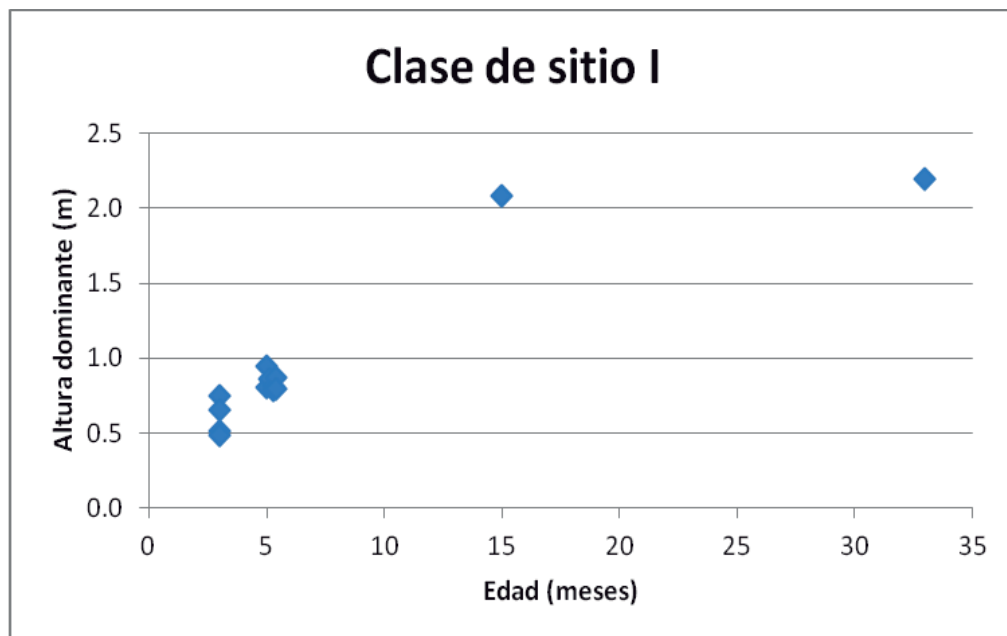


Figura 11: Relación Edad (meses) vs Altura dominante (m) para la clase de sitio I

De igual manera, tal como se mencionó anteriormente, de las 51 parcelas evaluadas, trece de ellas (25,49%) podemos señalar se encuentran en la clase de sitio I.

9.5.2. CLASE DE SITIO II

En la figura 12 se muestra la relación existente entre edad (meses) y altura dominante (metros) para la clase de sitio II. Del total de parcelas evaluadas, 18 de ellas (35,29%) corresponden a esta clase de sitio. Se aprecia una tendencia lineal con pendiente positiva, con una relación directa entre las variables señaladas líneas arriba. Las distintas parcelas que han sido objeto de estudio, muestran valores de altura dominante similares tal como lo indica la tendencia central. Debe mencionarse que en las parcelas para esta clase de sitio, no se registra ningún tratamiento silvicultural en los individuos de *Eucalyptus globulus* Labill, así como tampoco se realizó ningún tipo de incorporación de material orgánico ni fertilizantes al suelo por parte de los dueños de dichos predios.

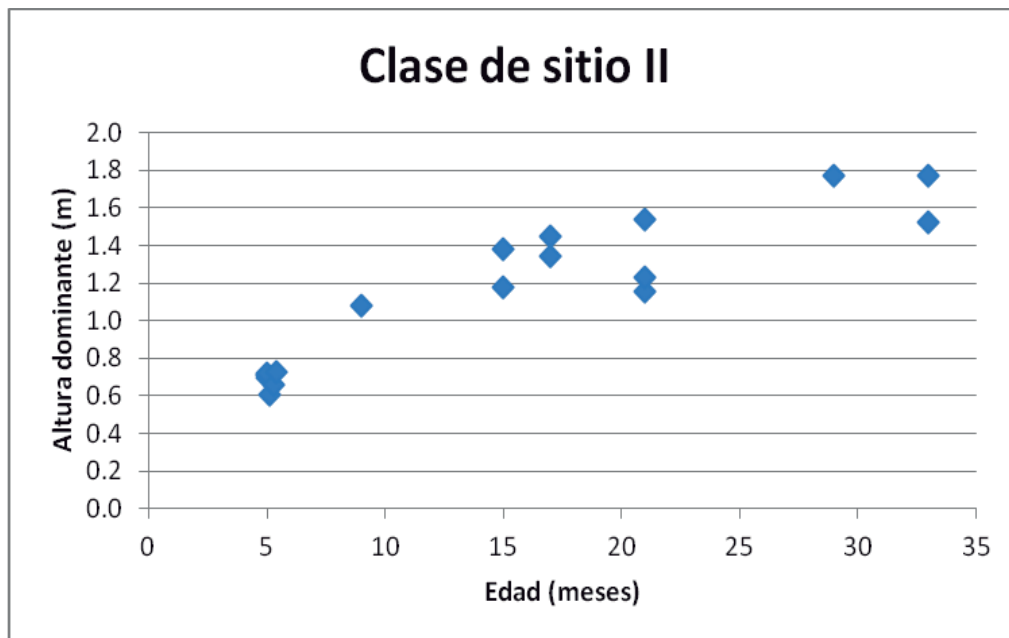


Figura 12: Relación Edad (meses) vs Altura dominante (m) para la clase de sitio II

9.5.3. CLASE DE SITIO III

La figura 13 nos muestra la relación entre la edad (meses) y la altura dominante (metros) para la clase de sitio III. Se nota una relación directa entre la variable edad y altura (a mayor edad se nota un incremento en la altura dominante). Se puede apreciar que los crecimientos en altura de estas parcelas evaluadas, presentan valores muy por debajo del ritmo de crecimiento que en el resto de la zona. Del total de parcelas evaluadas, 20 de ellas se encuentran en esta clase de sitio (39,22%). Esta clase de sitio por lo señalado, es la de más baja calidad, por lo que la productividad sería considerablemente inferior que el resto de parcelas.

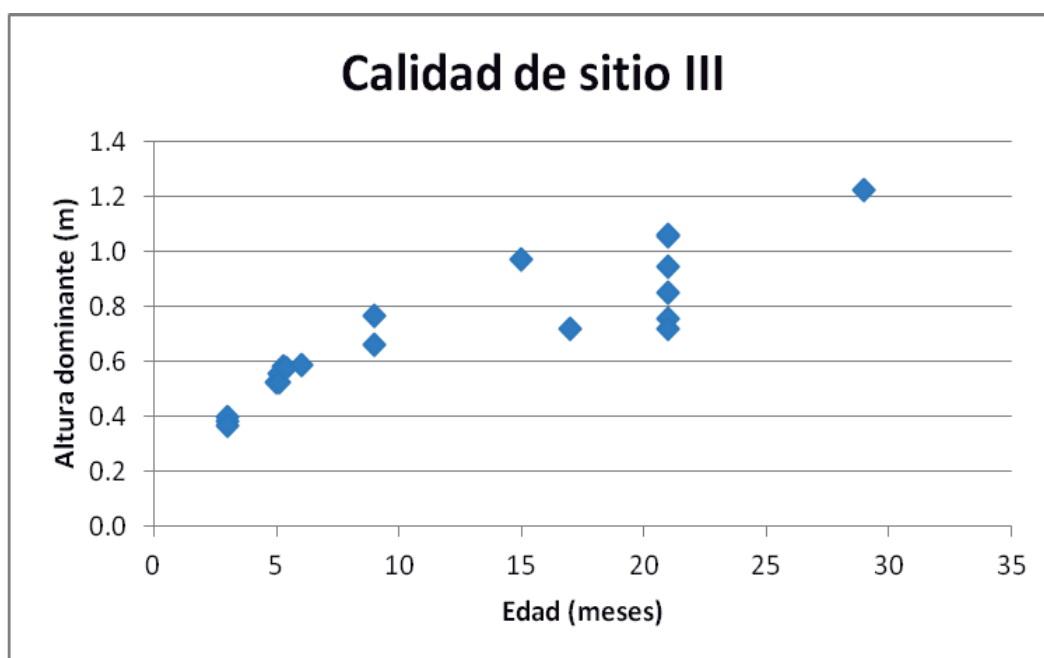


Figura 13: Relación Edad (meses) vs Altura dominante (m) para la clase de sitio III

Para cada caso se realizó el trazado de las curvas lo mas paralelas posibles. Se hizo una enumeración secuencial de las curvas (en romanos) desde la I (mayor producción) a la III (menor producción). A cada parcela se le asigna una clase de sitio, basándose en la altura dominante y la edad, obtenidas de las curvas de índice de sitio.

9.6. PROYECCIONES DE LAS ALTURAS DE ACUERDO A LOS MODELOS ESTADÍSTICOS ENSAYADOS

Se hicieron proyecciones hasta los 5 años (60 meses) y con los valores obtenidos, se analizaron y compararon las alturas a esas edades, para cada modelo estadístico ensayado. De los resultados obtenidos, se observaron cuales serían las alturas a las edades antes mencionadas y cuál de los modelos sería el que más se ajuste.

9.6.1. MODELO LINEAL

Se hizo una proyección según el modelo lineal: $Y = aX + b$, donde Y es la altura (variable dependiente), y X la edad. De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene que para el año 5 (60 meses) la altura sería 2,40 metros.

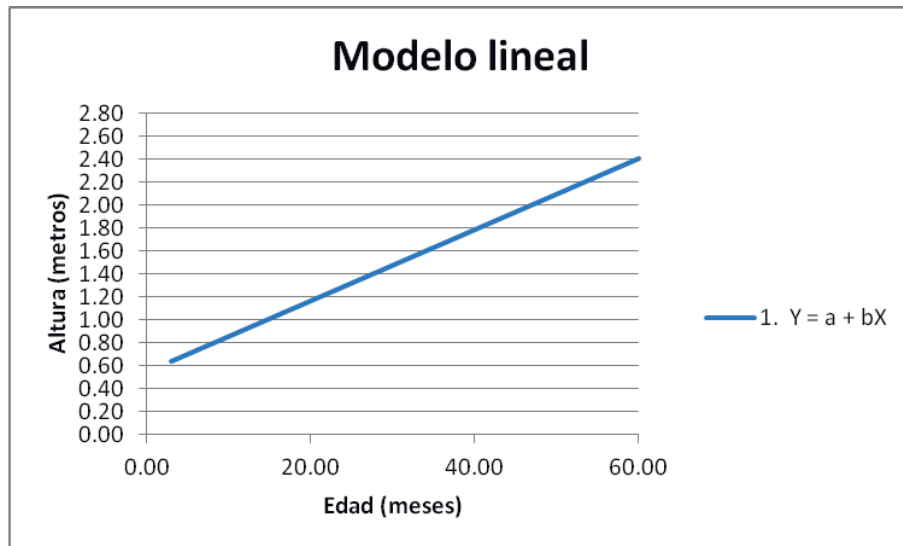


Figura 14: Modelo lineal ensayado

9.6.2. MODELO RAÍZ CUADRADA

Se hizo una proyección según el modelo raíz cuadrática de forma: $Y = a + b\sqrt{X}$. De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene que para el año 5 (60 meses) la altura sería 1,93 metros.

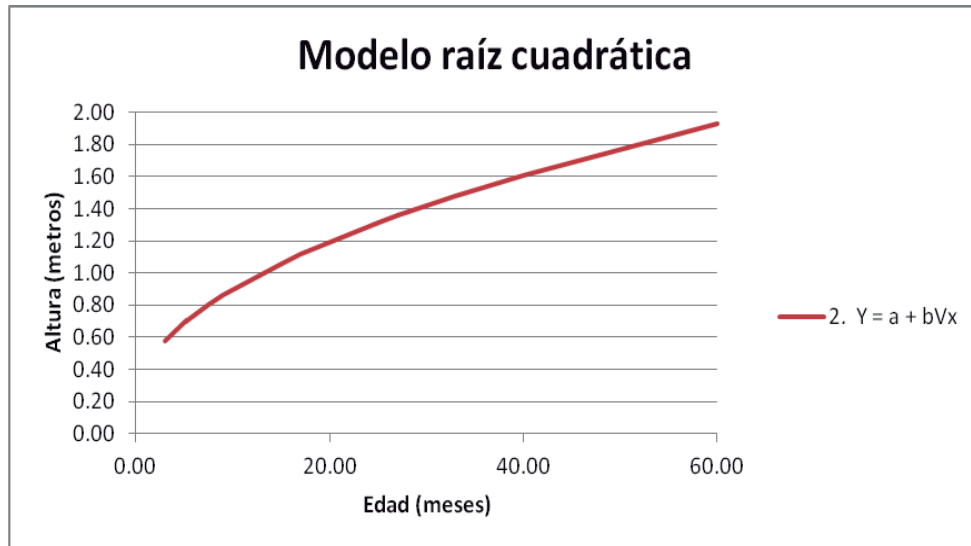


Figura 15: Modelo raíz cuadrática ensayado

9.6.3. MODELO LOGARÍTMICO

Se hizo una proyección según el modelo raíz cuadrática de forma: $LnY = a + bLnX$. Según los resultados obtenidos, se aprecia que para el año 5 (60 meses) la altura sería 1,81 metros.

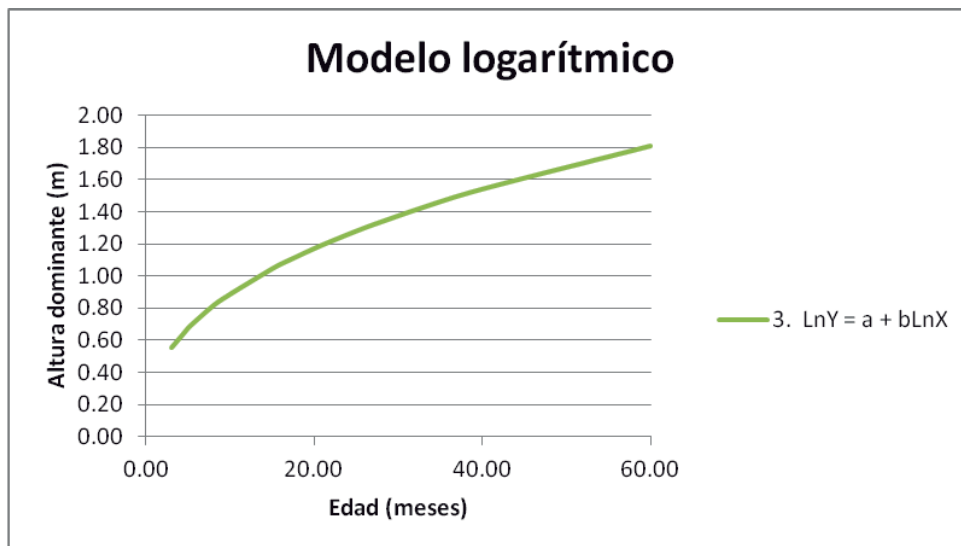


Figura 16: Modelo logarítmico ensayado

9.6.4. MODELO LOGARÍTMICO

Se hizo una proyección según el modelo raíz cuadrática de forma: $\ln Y = a + b/X$. Según los resultados obtenidos, se aprecia que para el año 5 (60 meses) la altura sería 1,25 metros.

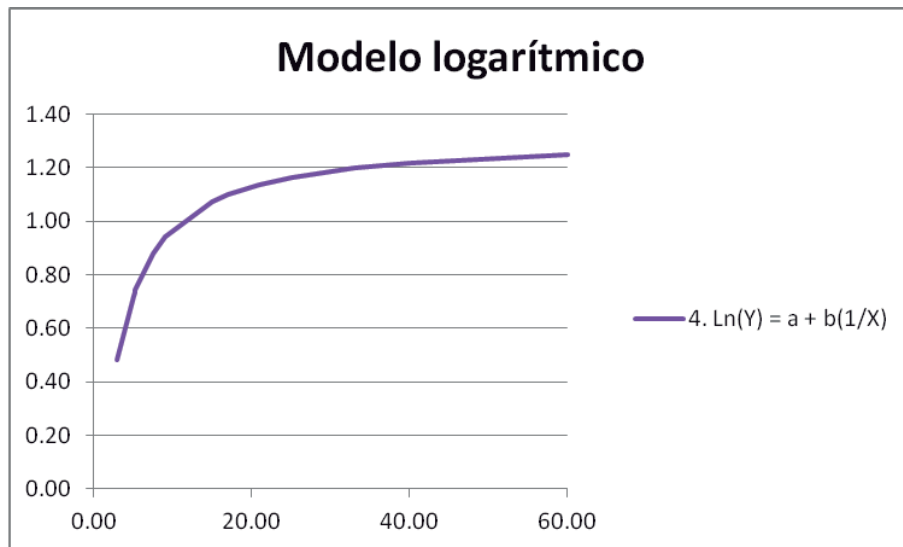


Figura 17: Modelo logarítmico ensayado

De acuerdo a los resultados obtenidos de las proyecciones realizadas para cada modelo, y de acuerdo a las regresiones ensayadas con cada uno de ellos, el que más se ajusta es el modelo logarítmico, por presentar mayor coeficiente de determinación. Los resultados de crecimiento obtenidos para las proyecciones según este modelo podrían deberse al tratarse de plantaciones cuyas condiciones de sitio no son las más adecuadas y se presenta un ritmo de crecimiento desacelerado (crecimiento lento).

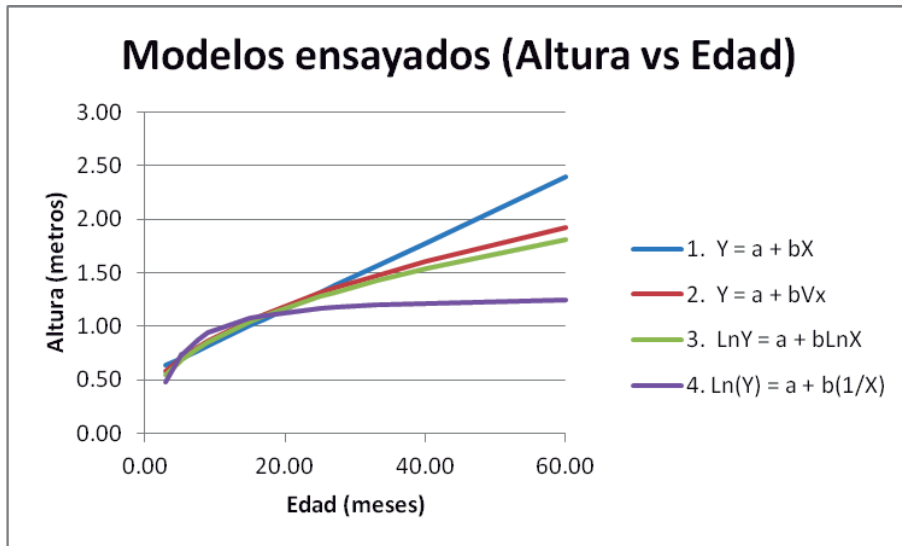


Figura 18: Modelos ensayados para altura vs edad

9.7. COMPARACIÓN ENTRE LAS PROYECCIONES DE LAS TRES COMUNIDADES EVALUADAS DE ACUERDO AL MODELO SELECCIONADO

9.7.1. LA FLORIDA A

De acuerdo al modelo seleccionado para realizar las proyecciones por comunidad (modelo logarítmico), se registraron a los 5 años (60 meses) los valores tal como lo indica la figura 19.

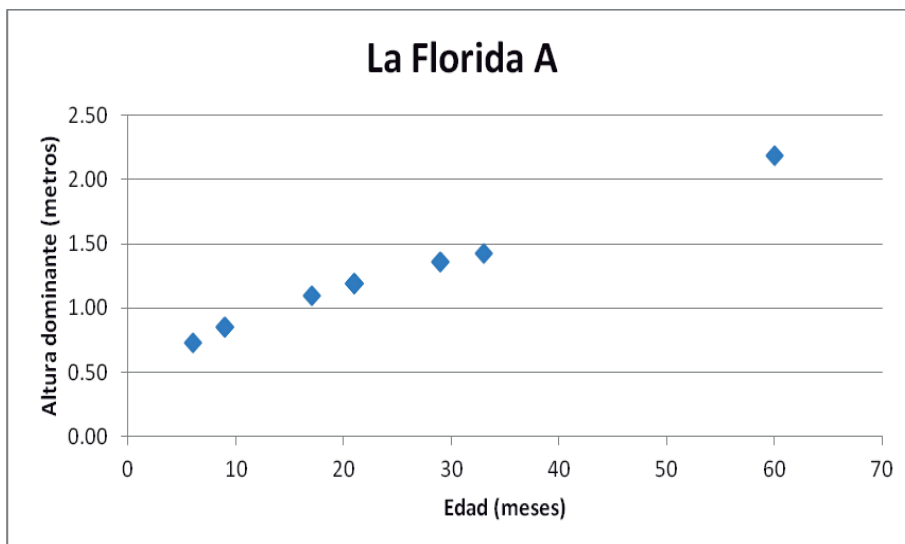


Figura 19: Proyección de la altura a los 5 años en La Florida A

Según esta proyección hecha, la altura en la Florida A a los 5 años de edad sería de 2,19 metros.

9.7.2. LA FLORIDA B

De acuerdo al modelo seleccionado para realizar las proyecciones por comunidad (modelo logarítmico), se registraron a los 5 años (60 meses) los valores en La Florida B, tal como lo indica la figura 20.

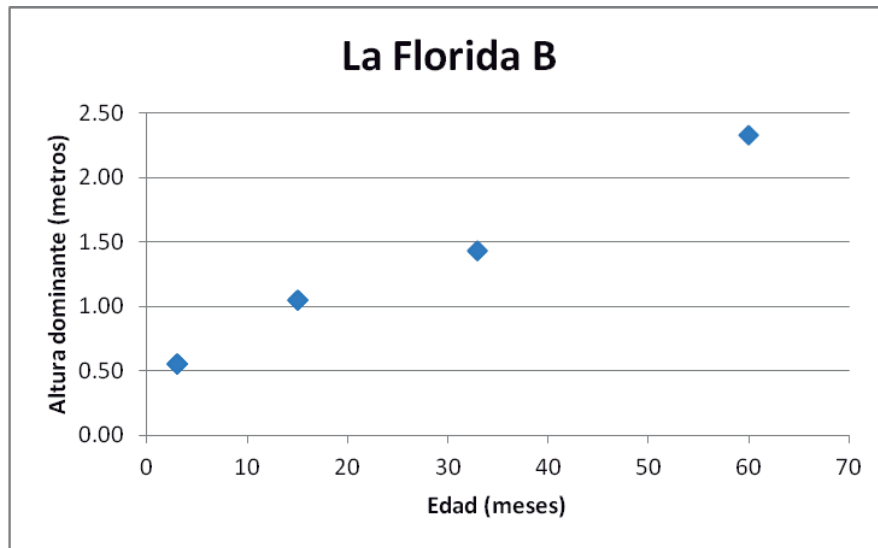


Figura 20: Proyección de la altura a los 5 años en La Florida B

Según la proyección realizada, la altura en la Florida B a los 5 años sería de 2,33 metros.

9.7.3. SAN ANTONIO DE PADUA

De igual manera, para realizar la proyección en la comunidad de San Antonio de Padua, se utilizó el modelo seleccionado (modelo logarítmico) y se obtuvieron los resultados a los 5 años (60 meses) tal como lo muestra la figura 21.

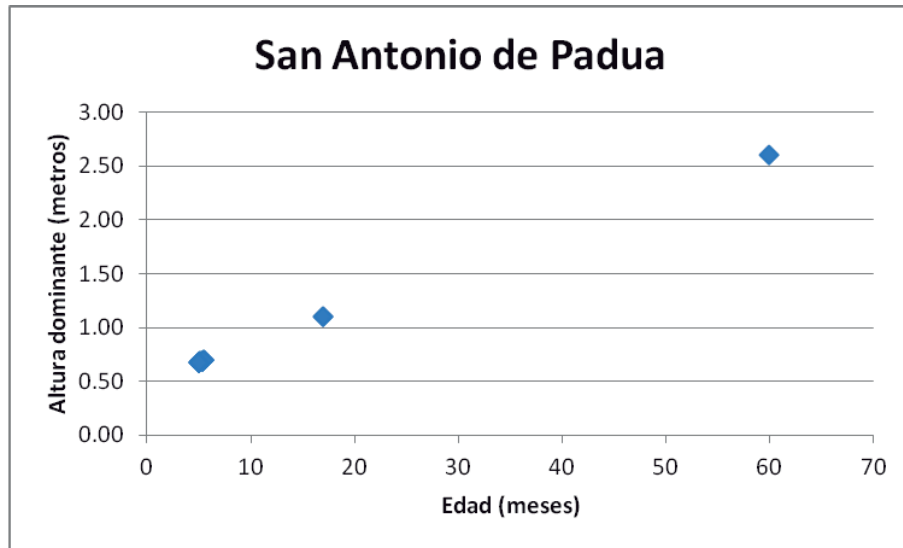


Figura 21: Proyección de la altura a los 5 años en San Antonio de Padua

De acuerdo a las proyecciones realizadas, la altura en la comunidad de San Antonio de Padua a los 5 años sería de 2,60 metros.

Con los resultados obtenidos para las proyecciones realizadas en las comunidades evaluadas, podemos apreciar que las mayores alturas a los 5 años se encontrarían en la comunidad de San Antonio de Padua. Esto podría deberse a que en dicha comunidad existirían relativamente ciertos factores o parámetros que contribuyen a un mejor o mas rápido crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill, frente a la Florida A y la Florida B, cuyas alturas después de haber sido comparadas las proyecciones de cada una de ellas, resultaron relativamente menores que la primera señalada. Podría entonces decirse que aparentemente y de acuerdo a los resultados determinados, San Antonio de Padua presenta relativamente mejor sitio que las otras dos comunidades.

V. CONCLUSIONES

- 1) El crecimiento en altura estimado para la especie *Eucalyptus globulus* Labill en las comunidades de La Florida A, La Florida B y San Antonio de Padua, según el modelo logarítmico es de 1,81 m a los 60 meses de edad, con un porcentaje promedio de supervivencia entre las tres comunidades de 92,03 %.
- 2) La altura dominante promedio con el mayor valor, fue encontrada en una de las parcelas a los 33 meses de edad con 2,1 metros, y el menor valor de altura dominante promedio, fue encontrado en tres parcelas a los 3 meses de edad con 0,4 metros en cada una de ellas.
- 3) Se determinó una curva de forma logarítmica para el crecimiento, en relación a la altura promedio de los árboles dominantes y la edad, la cual está dada por: $\text{Ln}(Y) = a + b\text{Ln}X$ (donde Y es la altura y X la edad), y cuyos coeficientes de regresión son $a = -1.029$ y $b = 0.396$, con un r^2 (coeficiente de determinación) de 0,641 para la especie en la zona evaluada.
- 4) Se determinó que los rodales de *Eucalyptus globulus* Labill están distribuidos en 3 clases de sitio. El 39,22% del total se ubica en la clase de sitio III, donde se encuentran las parcelas de menor producción, lo que indicaría un ritmo de crecimiento bajo.
- 5) Las parcelas cuyo índice de sitio es mayor a 1,85 metros de altura dominante a una edad base de 33 meses pertenecen a la calidad o clase de sitio alta; la clase media está comprendida entre los valores 1,14 y 1,85 m y en la clase de sitio baja, se encuentran las parcelas con una altura dominante menor a los 1,14 metros.
- 6) La parcela de 15 meses de edad perteneciente a Rayda Labarthe, presenta valores de altura dominante superiores a los de otras parcelas de la misma y de mayor edad, lo cual podría deberse a la cercanía a canales de irrigación (mayor humedad del suelo).

- 7) De las tres comunidades evaluadas, la de San Antonio de Padua presentó relativamente mejores condiciones de sitio que las otras dos comunidades. Asimismo de las proyecciones realizadas, se desprende que San Antonio de Padua presenta un crecimiento relativamente más alto que las otras dos comunidades.
- 8) El contenido de M.O. y N aprovechable (nitrógeno amoniacal y nitratos) no sería asimilado por las plantas debido principalmente a la altitud (m.s.n.m.), pues donde se encuentran las parcelas el proceso de descomposición de nutrientes es muy lento y no serían estos aprovechados por los árboles.
- 9) De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que la zona evaluada no presenta las características adecuadas para realizar plantaciones forestales con la especie *Eucalyptus globulus* Labill, por presentar condiciones de sitio inadecuados para el desarrollo de la especie.

VI. RECOMENDACIONES

- Desarrollar mayores estudios de análisis de sitio con distintas especies, lo que contribuya a determinar cuáles, en qué zonas utilizar y cómo responden a las condiciones de sitio.
- Es necesario realizar un estudio más detallado de las parcelas en evaluación, que incluya un análisis de suelos en cada parcela evaluada, a fin de obtener datos más significativos de sitio.
- Comunicar y cerciorarse que la población de todas las comunidades donde se realice el estudio, esté debidamente informada de las actividades a desarrollarse.
- Abarcar un mayor número de comunidades dentro de la microcuenca, el cual sea más representativo de la misma.
- Conocer la procedencia de las semillas y los tratamientos pre-germinativos utilizados en las mismas. Asimismo, hacer un estudio desde vivero, sobre porcentajes de viabilidad de semilla y cuánto afecta desde el inicio la plaga chupadera fungosa.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, es necesario incorporar fertilizantes y material orgánico que ayuden a mejorar las condiciones edáficas del sitio y de esta manera, incrementar la productividad del suelo.
- Continuar con la evaluación del crecimiento de las plantaciones estudiadas a fin de poder realizar ajustes a las ecuaciones de crecimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos: metodología de la predicción del crecimiento y rendimiento. Roma, IT. 118 p. (Estudio FAO: Montes no. 22).
- Autent J, T. 1945. Prediction of site index for yellow poplar from soil and topography. *Journal of Forestry* 43 (9): 662-668
- Bassett J, R. 1964. Tree growth as affected by soil moisture availability. *Soil Science Society of America Proceedings* 28:436-438
- Bazán de Segura, C. 1967. La chupadera fungosa de los pinos en almácigos peruanos. *Revista Forestal del Perú*. 1(1): 1-17
- Bruce, O.; Schumacher, F. 1950. *Forest Mensuration*. New York, US, McGraw-Hill. 483 p.
- Cannon P, G. 1984. El problema de la marchitez del *Eucalyptus globulus* en el Perú. Lima, PE. 20 p.
- Carlson, P.; Candelas, J. 1985. Supervivencia de *Eucalyptus globulus* en plantaciones del PRAA (Campaña 1984/85) en cinco departamentos de la Sierra del Perú. Convenio AID-SEPAS. Lima, PE. 23p.
- Carmean W, H. 1970. Tree height - growth patterns in relation to soil and site, in tree growth and forest soils. Oregon, US. Univ. Press. 512 p.
- Carpenter P, A. 1964. La calidad de estación de las masas de *P. sylvestris* de la península Ibérica. *Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias* no. 9: 5-28.
- Castaños M, L. 1962. Evaluación de la calidad de estación de *Pinus patula* en el Norte de Oaxaca. Oaxaca, MX, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 32 p. (Boletín Técnico no. 2).
- Clutter R, L; Fortson J, C; Pienaar L, V; Brister G, H.; Bailey R, L. 1983. *Timber Management: a quantitative approach*. New York, US, WILEY. 31 p.

- Coile T, S. 1935. Relation of site index for short leaf pine to certain physical properties of the soil. J. Fors. 726 p.
- Coile T, S. 1952. Soil and the growth of forest. *Advances in Agronomy* 4: 327-398
- Congreso Nacional del Eucalipto (1, 2001, Huancayo, Junín). 2001. El Eucalipto en el Desarrollo Rural. Ed. H Carrillo. Junín, PE. 201 p.
- Daniel, T; Helms, J; Baker, F. 1982. *Principios de Silvicultura*. México, DF, McGraw-Hill. 492 p.
- Davis K, D. 1954. *American Forest Management*. Nueva York, US, McGraw-Hill. 482 p.
- Doolittle W, T. 1957. Site index of scarlet and black oak in relation to southern Appalachian soil and topography. *Forest Science* 3: 114-124
- Einspahr, D; McComb, A. 1951. Site index of Oaks in relation to soil and topography in Northeastern Iowa. *Journal of Forestry* 49 (10): 719-723.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma, IT. 723 p.
- _____/PRONAMACHCS (Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, PE). 1998. *Manual de Plantaciones Forestales para la sierra peruana*. Lima, PE. 165 p.
- Fassbender, H. 1972. Equilibrios catiónicos y disponibilidad de potasio en suelos de América Central. *Turrialba, CR*. v. 22, p. 388-397.
- _____; Tschinkel, H. 1974. Evaluación edafológica del índice de sitio en plantaciones de Ciprés (*Cupressus lusitánica*) en Medellín, Colombia. Medellín, CO. 18 p.
- Ferreira, O. 1995. *Manual de ordenación de Bosques*. Siguatepeque, HN. CENIFA. 123 p.
- García, E; Silva, S; Sotomayor, A; Valdebenito, G. 2000. Establecimiento de plantaciones forestales: *Eucalyptus sp.* Chile, Instituto Forestal. 30 p.
- Guevara, M. 1989. Calidad de sitio de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill en Piccol Orcompuquio - Cusco. Tesis Mag. Sc. Forestal. Lima, PE. UNALM. 167 p.
- Hannah P, R. 1968. Estimating site index for white and black oaks in Indiana from soil and topographic factors. *J. Forest* 66(5): 412-417

- Hofstede, R; Mena, P. 2004. Los beneficios escondidos del páramo. Servicios ecológicos e impacto humano Proyecto Páramo. Quito, EC. Consultado 15 mayo 2015. (en línea). Disponible en [http://www.condesan.org/infoandina/foros/bishkek/Bishkek%20B1Caso\(R.Hofstede-P.Mena\).htm](http://www.condesan.org/infoandina/foros/bishkek/Bishkek%20B1Caso(R.Hofstede-P.Mena).htm)
- Husch, B. 1963. Forest mensuration and statistics. New York, US, Ronald Press Co. 474 p.
- Jadan P, S. 1972. Sistema de clasificación de índice de sitios para *Eucalyptus deglupta* Bl. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, IICA. 97 p.
- Jalota R, K; Sangha K; Kohli R, K. 2000. Under-storey vegetation of Forest Plantations in N-W India-An Ecological Economic Assessment. Journal of tropical Medicinal Plants 1(2): 115-124
- Kellison R, C. 1999. Forestry trends in the new millenium. Georgia, US. 5 p.
- Linnartz N, E. 1963. Relation of soil and topographic characteristics of site quality for southern pines in the Florida parishes of Louisiana. J. Forest 61(6): 434-437
- Lombardi, I; Aguirre, E. 1982. Estudio del comportamiento y zonificación para diferentes especies de Eucaliptos en el Perú. Revista Forestal del Perú 11(1): 1-37.
- _____. 2005. Calidad de Sitio en Oxapampa. (diapositivas). Pasco, PE. 38 diapositivas.
- Lutz H, J; Chandler R, F. 1946. Forest soils. New York, US, WILEY. 514 p.
- Malleux O, J; Montenegro, E. 1970. Manual de Dasometría. Lima, PE, UNALM, Proyecto FAO/UNDP. 116 p.
- Marquina, R. 2003. Evaluación del piojo del eucalipto *Ctenatytaína eucalypti* Maskell Hom: Psylladae, en yemas terminales de eucalipto en Carhuaz, Perú. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, UNALM. 60 p.
- Matzner, E; Prenzel, J. 1992. Acid deposition in german solling area - Effects on soil solution chemistry and Al movilization. Water, Air, Soil Pollut 61: 221-234

- MINAG (Ministerio de Agricultura). 2010. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Perú Forestal en Números 2010 (en línea). Consultado 25 mayo 2012. Disponible en http://dgffs.minag.gob.pe/pdf/estadistica_forestal/anuarios/ANUARIO_PERU_FORESTAL_2010.pdf
- Ocampo M, A. 1994. Evaluación de algunas características dasométricas y de calidad de sitio para la predicción de rendimiento. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, UNALM. 219 p.
- Ortega, A; Montero, G. 1988. Evaluación de la calidad de las estaciones forestales. Revisión bibliográfica. Ecología 2: 155-184.
- Phillips J, J; Markley M, L. 1963. Site index of New Jersey sweetgum stand related to soil and water table characteristics. New Jersey, US. p. 6-26.
- Pulido, H. 1971. Métodos de evaluación y principales factores del medio ambiente que afectan la calidad del sitio: investigación bibliográfica. Mérida, VE, Universidad de Los Andes. 36 p.
- Ralston Ch, W. 1964. Evaluation of Forest Site Productivity. International Review of Forestry Research Romberger 1: 171-201.
- Rojas, F. 1989. Plantaciones Forestales. Costa Rica. 229 p.
- Salas, G de las. 1974. Factores edáficos y climáticos en la clasificación de sitios forestales. Bosques de Colombia 1: 15-30.
- Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J. 2008. Compendio de Selvicultura Aplicada en España. Madrid, ES, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. p. C5.133-C5.168.
- Silva, R. 1976. Evaluación de la calidad de sitio. Mérida, VE, Instituto Forestal Latinoamericano. 12 p.
- Slager, S; Schulz J, P. 1969. A study on the suitability of some soils in Northern Surinam for *Pinus caribaea* var. hondurensis. Netherlands Journal of Agricultural Science 17(2): 92-98.
- Spurr S, N. 1962. Forest Inventory. New York, US, Ronald Press. 467 p.

- Tobar, A. 1976. La calidad de sitio con referencia especial a la altura mayor. Esmeraldas, EC, UTELV. 31 p.
- Tschinkel H, M. 1972. Growth, site factors and nutritional status of *Cupressus lusitanica* plantations in the highlands of Colombia. Tesis doctoral. Hamburgo, DE, Universidad de Hamburgo. 165 p.
- Valderrama C, G. 2005. Mapa de la provincia de Concepción. Consultado 20 feb. 2015. Disponible en http://www.perutoptours.com/index11co_mapa_concepcion.html
- Vincent L, W. 1970. Plantaciones de *Pinus Caribaea* var. *Hondurensis* en Surinam, con referencia especial a la calidad de sitio. Mérida, VE, Universidad de Los Andes Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 28 p.
- _____. 1975. Manejo de Plantaciones Forestales con fines de producción. Mérida, VE, Universidad de Los Andes, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 375 p.
- Wallnöfer P, R.; Engelhardt, G. 1995. Schadstoffe aus dem Boden. Eds. B Hock; E Elstner. Berlín, DE, Schadwirkungen auf Pflanzen Académica Spektrum. p. 118-140.
- Zahner, R. 1958. Site quality relationships of pine forests in southern Arkansas and northern Louisiana. *Forest Science* 4(2): 162-176
- Zeide, B. 1993. Analisis of growth ecuations. *Forest Science* 39(3): 594-616

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO

Ejecutor:

Asistente:

Fecha:

Comunidad:

Fecha de plantación:			
Nombre / Dueño:			
N°	Altura (m)	Pendiente (%)	Observaciones

FUENTE: *Elaboración Propia*

ANEXO 2

EDAD, ALTURA Y NÚMERO DE ÁRBOLES DE LAS PARCELAS EVALUADAS

<i>Comunidad</i>	<i>Parcela</i>	<i>Edad(meses)</i>	<i>Altura promedio</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Número de árboles</i>
<i>La Florida A</i>	1	9	1,08	0,1028	292
<i>La Florida A</i>	2	9	0,662608696	0,2308	660
<i>La Florida A</i>	3	21	0,849625	0,2783	800
<i>La Florida A</i>	4	21	0,754	0,0835	235
<i>La Florida A</i>	5	21	0,72	0,1097	310
<i>La Florida A</i>	6	21	1,157,222,222	0,0919	260
<i>La Florida A</i>	7	33	2,194,166,667	0,1221	350
<i>La Florida A</i>	8	21	154,030,303	0,2105	607
<i>La Florida A</i>	9	21	1,055,869,565	0,0997	285
<i>La Florida A</i>	10	21	1,06	0,1761	502
<i>La Florida A</i>	11	6	0,586	0,2384	687
<i>La Florida A</i>	12	9	0,765423729	0,2466	704
<i>La Florida A</i>	13	29	12,234	0,2144	615
<i>La Florida A</i>	14	17	0,7172	0,3042	874
<i>La Florida A</i>	15	29	1,771	0,1005	287
<i>La Florida A</i>	16	21	0,945263158	0,1665	480
<i>La Florida A</i>	17	21	12,294	0,1134	325
<i>La Florida B</i>	18	3	0,6578	0,055	158
<i>La Florida B</i>	19	3	0,7454	0,0415	119
<i>La Florida B</i>	20	33	1,523076923	0,3739	1079
<i>La Florida B</i>	21	33	1,773958333	0,1613	465
<i>La Florida B</i>	22	15	1,380666667	0,1296	374
<i>La Florida B</i>	23	3	0,400666667	0,1452	419
<i>La Florida B</i>	24	15	1,1768	0,1493	431
<i>La Florida B</i>	25	3	0,4837	0,1359	392

Continuación

Comunidad	Parcela	Edad(meses)	Altura promedio	Área (ha)	Número de árboles
La Florida B	26	3	0,5091	0,1131	326
La Florida B	27	15	0,9744	0,0889	256
La Florida B	28	3	0,365	0,1285	371
La Florida B	29	15	20,871	0,1841	531
La Florida B	30	3	0,3816	0,1491	430
San Antonio de Padua	31	5	0,55836066	0,09549	270
San Antonio de Padua	32	5	0,60285714	0,0909	261
San Antonio de Padua	33	5	0,5255625	0,09987	285
San Antonio de Padua	34	5	0,81493976	0,07318	207
San Antonio de Padua	35	5	0,8093617	0,09538	275
San Antonio de Padua	36	17	1,34	0,1096	316
San Antonio de Padua	37	17	1,45	0,14963	431
San Antonio de Padua	38	5	0,69578431	0,11212	323
San Antonio de Padua	39	5	0,71026316	0,11693	337
San Antonio de Padua	40	5	0,72408163	0,19372	559
San Antonio de Padua	41	5	0,579375	0,14701	424
San Antonio de Padua	42	5	0,85763158	0,11748	339
San Antonio de Padua	43	5	0,86637681	0,20586	594
San Antonio de Padua	44	5	0,78635	0,15784	455
San Antonio de Padua	45	5	0,65638	0,14504	418
San Antonio de Padua	46	5	0,5825	0,1317	380
San Antonio de Padua	47	5	0,5237037	0,23659	680
San Antonio de Padua	48	5	0,711	0,10194	294
San Antonio de Padua	49	5	0,799	0,11223	323
San Antonio de Padua	50	5	0,94578947	0,09669	279
San Antonio de Padua	51	5	0,72107143	0,2565	735

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 3

SUPERVIVENCIA, ALTITUD, PENDIENTE, PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA PROMEDIO DE LAS PARCELAS EVALUADAS

<i>Obs</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Bloque</i>	<i>Superv.</i> <i>(%)</i>	<i>Altitud</i> <i>(msnm)</i>	<i>Pendiente</i> <i>(%)</i>
1	Florida A	1	75,000	3647	30,573
2	Florida A	2	94,610	3655	26,795
3	Florida A	3	94,167	3750	62,487
4	Florida A	4	93,902	3745	40,403
	Florida A	5	94,340	3700	3,492
6	Florida A	6	95,283	3684	46,631
7	Florida A	7	92,913	3675	48,773
8	Florida A	8	84,946	3688	30,573
9	Florida A	9	94,928	3666	57,735
10	Florida A	10	95,625	3660	64,941
11	Florida A	11	92,929	3575	24,008
12	Florida A	12	88,136	3605	26,795
13	Florida A	13	95,455	3550	35,412
14	Florida A	14	94,667	3600	15,838
15	Florida A	15	96,167	3610	32,492
16	Florida A	16	90,517	3620	36,397
17	Florida A	17	94,697	3620	26,795
18	Florida B	1	95,981	3888	57,735
19	Florida B	2	80,769	3896	26,795
20	Florida B	3	95,690	3735	21,256
21	Florida B	4	89,583	3728	23,087
22	Florida B	5	94,444	3620	40,403
23	Florida B	6	95,918	3710	30,097
24	Florida B	7	91,209	3600	27,005
25	Florida B	8	85,714	3605	31,051
26	Florida B	9	61,260	3600	32,492
27	Florida B	10	90,330	3600	28,675
28	Florida B	11	82,353	3646	42,447
29	Florida B	12	90,000	3630	30,573
30	Florida B	13	93,878	3800	46,631
31	San Anton	1	97,268	3725	28,675
32	San Anton	2	94,320	3760	28,203
33	San Anton	3	92,535	3690	32,492
34	San Anton	4	98,400	3673	38,386
35	San Anton	5	88,470	3675	28,675
36	San Anton	6	95,410	3650	7,431

Continuación

Obs	Comunidad	Bloque	Superv. (%)	Altitud (msnm)	Pendiente (%)
37	San Anton	7	94,440	3650	14,054
38	San Anton	8	93,464	3635	5,241
39	San Anton	9	96,210	3750	12,278
40	San Anton	10	96,078	3690	23,087
41	San Anton	11	95,804	3660	26,795
42	San Anton	12	100,000	3690	17,633
43	San Anton	13	94,175	3700	44,523
44	San Anton	14	92,593	3700	17,633
45	San Anton	15	89,480	3625	19,438
46	San Anton	16	85,730	3625	28,675
47	San Anton	17	96,933	3700	21,256
48	San Anton	18	97,222	3685	42,447
49	San Anton	19	97,802	3685	12,278
50	San Anton	20	91,760	3623	8,309
51	San Anton	21	95,652	3620	10,731

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 4

PORCENTAJE DE ARENA, ARCILLA Y LIMO, ASÍ COMO PH PARA EL HORIZONTE A DE LAS PARCELAS EVALUADAS EN CADA COMUNIDAD

Obs	Comunidad	Arena Hor A (%)	Arcilla Hor A (%)	Limo Hor A (%)	pH Hor A
1	Florida A	31,2	29,2	39,6	3,92
2	Florida B	29,2	31,2	39,6	4,15
3	San Antonio	35,2	29,6	35,2	3,96

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 5

PORCENTAJE DE ARENA, ARCILLA Y LIMO, ASÍ COMO PH PARA EL HORIZONTE B DE LAS PARCELAS DONDE SE REALIZARON CALICATAS

Obs	Comunidad	Arena Hor B (%)	Arcilla Hor B (%)	Limo Hor B (%)	pH Hor B
1	Florida A	37,2	27,2	35,6	4,17
2	Florida B	33,2	37,2	29,6	3,97
3	San Antonio	41,2	27,6	31,2	3,94

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 6

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (MO), FÓSFORO (P), POTASIO (K), ALUMINIO (AL) Y NITRÓGENO (N) EN EL HORIZONTE A DE TODAS LAS PARCELAS EVALUADAS

Obs	Comunidad	MO Hor A (%)	P Hor A (ppm)	K Hor A (ppm)	Al Hor A (me100gr)	N Hor A (%)
1	Florida A	4,69	13,86	180	2,3	0,23
2	Florida B	4,69	12,13	166	1	0,23
3	San Antonio	4,69	12,99	195	2,3	0,23

FUENTE: *Elaboración propia*

ANEXO 7

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (MO), FÓSFORO (P), POTASIO (K), ALUMINIO (AL) Y NITRÓGENO (N) DE LAS PARCELAS DONDE SE REALIZARON LAS CALICATAS

Obs	Comunidad	MO Hor B (%)	P Hor B (ppm)	K Hor B (ppm)	Al Hor B (me100gr)	N Hor B (%)
1	Florida A	1,14	10,39	150	1,5	0,05
2	Florida B	0,87	7,79	160	2,2	0,04
3	San Antonio	4,29	6,49	130	2,1	0,21

FUENTE: *Elaboración propia*

ANEXO 8

ANÁLISIS DE LABORATORIO DE SUELOS DEL INIA



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : HECTOR ALVA ABANTO
 LOCALIDAD : HEROINAS TOLEDO - CONCEPCION

RESULTADOS DE ANALISIS	0 - 27 cm	045-2012	03.02.12
LA FLORIDA "A"	Petreo	N° de Laboratorio	Fecha

pH	C.E	4.69	13.86	180	2.3	0.23	TEXTURA				
		M.O	P	K	Al	N	Mn	31.2	29.2	39.6	Fr
		%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	%
								Arena	Arcilla	Limo	Ar

INTERPRETACION DE ANALISIS :

	Peligroso	Normal	BAJO			MEDIO	ALTO
			Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)
Acidez Extractable							X
Reaccion del Suelo	X					X	X
Salinidad del Suelo							X

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Mínimo										
Máximo										
Recomendaciones y observaciones Especiales										
Cultivo Actual	DATOS									
Recomendaciones de fertilizantes por el Especialista.	Al tiempo del sembrío	El 50 % de N. Urea				N.A.				
		Todo el P ₂ O ₅ y el K ₂ O F. di A.				F. di A.				
					C.I.K.					
					N.A.					
Al aporte o macro fage	El 50 % de N. Urea									

AGENTE DE EXTENSION EN:

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana - Huancayo
 Ing. Msc. Oscar Garay Cuyales
 (e) Area de Suelos

Continuación



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : HECTOR ALVA ABANTO
 LOCALIDAD : HEROINAS TOLEDO - CONCEPCION

RESULTADOS DE ANALISIS	27-100 cm	046-2012	03.02.12
LA FLORIDA "A" HORIZONTE "B"	Potrero	Nº de Laboratorio	Fecha

TEXTURA											
pH	C.E	M.O	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	Fr
ml/100ml	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	%	%
4.17		1.14	10.39	150	1.5	0.05		37.2	27.2	35.6	Fr

INTERPRETACION DE ANALISIS :

	Peligroso	Normal		BAJO	MEDIO	ALTO
Acidez Extracable			Nitrógeno (N)	X		
Reaccion del Suelo	X		Fósforo (P)		X	
Salinidad del Suelo			Potasio (K)			
			Calcio (Ca)			
			Magnesio (Mg)			
			Zinc (Zn)			
			Manganeso (Mn)			
			% M.O.	X		

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
Mínimo													
Máximo													
Recomendaciones y observaciones Especiales													
Cultivo Actual	DATOS												
Recomendaciones de fertilizantes por el Especialista.	Al tiempo del sembrío	El 50 % de N. Urea				N. A.				F. di A.			
		Todo el P ₂ O ₅ y el K ₂ O F. di A.				F. di A.				F. di A.			
					Cl.K.				Cl.K.				
	Al aporque o maco	El 50 % de N. Urea				N. A.							
Baje													

AGENTE DE EXTENSION EN:

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana - Huancayo
 Ing. Msc. Oscar Garay Canales
 (e) Area de Suelos

Continuación



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : **Teléfonos : 24-6206 y 24-7011**
 NOMBRE : HECTOR ALVA ABANTO
 LOCALIDAD : HEROINAS TOLEDO - CONCEPCION

35 - 100 cm	048-2012	03.02.12
Potrero	Nº de Laboratorio	Fecha

											TEXTURA			
3.97		0.87	7.79	160	2.2	0.04			33.2	37.2	29.6	Fr		
pH	C.E	M.O	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	Ar			
	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%				

INTERPRETACION DE ANALISIS :

		Peligroso	Normal	BAJO			MEDIO		ALTO	
Acidez					X					
Extractable							X			
Reaccion del Suelo	X									
Salinidad del Suelo					X					

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/há	Kg/ha	Kg/ha	kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	
Mínimo										
Máximo										
Recomendaciones y observaciones Especiales										
Cultivo Actual	DATOS									
Recomendaciones de fertilizantes por el Especialista.	Al tiempo del sembrío	El 50 % de N.			Urea			N. A.		
		Todo el P ₂ O ₅ y el K ₂ O			F. di A.			F. di A.		
				Cl.K.			Cl.K.			
	Al aporque o maco	El 50 % de N.			Urea			N. A.		
AGENTE DE EXTENSION EN:										

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana - Huancayo
 Ing. Msc. Oscar Garay Canales
 (e) Area de Suelos

Continuación



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : HECTOR ALVA ABANTO
 LOCALIDAD : HEROINAS TOLEDO - CONCEPCION

0-30 cm	049-2012	03.02.12
Potrero	Nº de Laboratorio	Fecha

RESULTADOS DE ANALISIS												
3.96	pH	NUTRIENTES					TEXTURA					
		C.E	M.O	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	Fr
		mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	Ar
		4.69	12.99	195	2.3	0.23		35.2	29.6	35.2		

INTERPRETACION DE ANALISIS :

	Peligroso	Normal	BAJO	MEDIO	ALTO
Acidez					X
Extractable					
Reaccion del Suelo	X			X	
Salinidad del Suelo					X

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/há	Kg/ha	Kg/ha	kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	
Mínimo										
Máximo										
Recomendaciones y observaciones Especiales										
Cultivo Actual	DATOS									
Recomendaciones de fertilizantes por el Especialista.	Al tiempo del sembrío	El 50 % de N. Urea			N.A.					
		Todo el P ₂ O ₅ y el K ₂ O F. di A :			F. di A.					
				Cl.K.						
				N.A.						
Al aporque o maco	El 50 % de N. Urea									

AGENTE DE EXTENSION EN:

INIA
 Estación Experimental Agraria
 Santa Ana - Huancayo
 Ing. Msc. Oscar Garay Canales
 (e) Area de Suelos

ANEXO 9

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE TUKEY Y PRUEBA DE DUNCAN ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE EDAD

The ANOVA Procedure

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	3020,463262	137,293785	3,00	0,0034
Error	28	1280,830855	45,743959		
Corrected Total	50	4301,294118			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Edad Mean
0,702222	56,91994	6,763428	11,88235

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	1659,835811	829,917906	18,14	<,0001**
BLOQ	20	1360,627451	68,031373	1,49	0,1638ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para la variable Edad

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	45,74396
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	4,844	5,090

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	19,412	17	FloridaA
B	11,308	13	FloridaB
C	6,143	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para Edad

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	45,74396
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	5,851
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075
NOTE: Cell sizes are not equal.	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	19,412	17	FloridaA
B	11,308	13	FloridaB
B			
B	6,143	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 10

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE ALTURA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	3,98414209	0,18109737	1,01	0,4825
Error	28	5,01384190	0,17906578		
Corrected Total	50	8,99798399			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Altura Mean
0,442782	45,88714	0,423162	0,922179

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,88451748	0,44225874	2,47	0,1028
BLOQ	20	3,09962461	0,15498123	0,87	0,6257

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para la variable Altura

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,179066
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,3031	,3184

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	1,0771	17	FloridaA
A			
A	0,9584	13	FloridaB
A			
A	0,7743	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para Altura

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,179066
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,3661
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	1,0771	17	FloridaA
A			
A	0,9584	13	FloridaB
A			
A	0,7743	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 11

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	822,315611	37,377982	0,82	0,6769
Error	28	1271,077279	45,395617		
Corrected Total	50	2093,392889			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PorcSuperv Mean
0,392815	7,312354	6,737627	92,14033

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	311,3023930	155,6511965	3,43	0,0466 *
BLOQ	20	511,0132177	25,5506609	0,56	0,9067 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Porcentaje de Supervivencia

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	45,39562
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	4,825	5,070

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Grouping	Media	N	COMU
A	94,464	21	SanAnton
A			
B A	92,252	17	FloridaA
B			
B	88,241	13	FloridaB

Prueba HSD de Tukey para Supervivencia

NOTE: This test controls the Type I experiment wise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	45,39562
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	5,8287
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Grouping	Media	N	COMU
A	94,464	21	SanAnton
A			
B A	92,252	17	FloridaA
B			
B	88,241	13	FloridaB

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 12

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE ALTITUD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	113460,4458	5157,2930	1,18	0,3380
Error	28	122677,2405	4381,3300		
Corrected Total	50	236137,6863			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Altitud Mean
0,480484	1,802152	66,19162	3672,922

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	16627,09287	8313,54643	1,90	0,1687 ns
BLOQ	20	96833,35294	4841,66765	1,11	0,3965 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altitud

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	4381,33
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	47,41	49,81

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	3696,77	13	FloridaB
A	3676,71	21	SanAnton
A	3650,00	17	FloridaA

Prueba HSD de Tukey para Altitud

NOTE: This test controls the Type I experiment wise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	4381,33
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	57,262
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Means with the same letter are not significantly different.

	Media	N	COMU
A	3696,77	13	FloridaB
A			
A	3676,71	21	SanAnton
A			
A	3650,00	17	FloridaA

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 13

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES Y ENTRE BLOQUES, PARA LA VARIABLE PENDIENTE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	5434,09660	247,00439	1,47	0,1665
Error	28	4703,45807	167,98065		
Corrected Total	50	10137,55467			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PendientePorc Mean
0,536036	43,58339	12,96073	29,73778

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	2011,450529	1005,725265	5,99	0,0068 **

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Pendiente

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	167,9806
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	9,282	9,753

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	Media	N	COMU
A	35,891	17	FloridaA
A	33,711	13	FloridaB
B	22,297	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para Pendiente

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	167,9806
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	11,212
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	Media	N	COMU
A	35,891	17	FloridaA
A			
A	33,711	13	FloridaB
B	22,297	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 14

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARENA EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	41,07418081	1,86700822	0,89	0,6067
Error	28	58,76692554	2,09881877		
Corrected Total	50	99,84110635			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ArenaHorAPorc Mean
0,411395	4,569490	1,448730	31,70441

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	4,95888997	2,47944499	1,18	0,3217

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	4,23006063	2,11503031	1,01	0,3779 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Porcentaje de Arena en Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	2,098819
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1,038	1,090

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes,

	Media	N	COMU
A	32,0769	21	SanAnton
A			
A	31,4608	13	FloridaB

A			
A	31,4306	17	FloridaA

Prueba HSD de Tukey para Porcentaje de Arena en Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	2,098819
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	1,2533
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes,

	Media	N	COMU
A	32,0769	21	SanAnton
A			
A	31,4608	13	FloridaB
A			
A	31,4306	17	FloridaA

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 15

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARENA EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	47,2584901	2,1481132	0,96	0,5353
Error	28	62,7693867	2,2417638		
Corrected Total	50	110,0278767			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ArenaHorBPorc Mean
0,429514	4,009153	1,497252	37,34584

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	3,67898698	1,83949349	0,82	0,4505

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	10,08035648	5,04017824	2,25	0,1243 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de Arena en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	2,241764
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1,072	1,127

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes,

	Media	N	COMU
A	37,6611	21	SanAnton
A			
A	37,2004	13	FloridaB
A			
A	37,0676	17	FloridaA

Prueba HSD de Tukey para Porcentaje de Arena en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	2,241764
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	1,2953
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	37,6611	21	SanAnton
A			
A	37,2004	13	FloridaB
A			
A	37,0676	17	FloridaA

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 16

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARCILLA EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	27,98327774	1,27196717	1,27	0,2719
Error	28	28,02836560	1,00101306		
Corrected Total	50	56,01164333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ArcillaHorAPorc Mean
0,499598	3,420379	1,000506	29,25133

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,72908289	0,36454145	0,36	0,6980

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	1,25958940	0,62979470	0,63	0,5404 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de Arcilla en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	1,001013
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Number of Means	2	3
Critical Range	,7166	,7529

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Mean	N	TRAT
A	29,3921	17	FloridaA
A	29,2842	13	FloridaB
A	29,1171	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para porcentaje de Arcilla en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	1,001013
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,8655
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	29,3921	17	FloridaA
A			
A	29,2842	13	FloridaB
A			
A	29,1171	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 17

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ARCILLA EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	35,24493299	1,60204241	1,77	0,0774
Error	28	25,37142301	0,90612225		
Corrected Total	50	60,61635600			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ArcillaHorBPorc Mean
0,581443	3,261176	0,951905	29,18900

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	8,75891355	4,37945677	4,83	0,0157

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	6,43242349	3,21621175	3,55	0,0423 *

Prueba de Rango Múltiple para porcentaje de Arcilla en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,906122
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,6817	,7163

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	29,6314	17	FloridaA
A			
A	29,3910	13	FloridaB

B 28,7059 21 SanAnton

Prueba HSD de Tukey para Porcentaje de Arcilla en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ,

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,906122
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,8235
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Grouping	Media	N	COMU
A	29,6314	17	FloridaA
A			
B A	29,3910	13	FloridaB
B			
B	28,7059	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 18

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE LIMO EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	45,14043636	2,05183802	1,34	0,2310
Error	28	42,92126093	1,53290218		
Corrected Total	50	88,06169729			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LimoHorAPorc Mean
0,512600	3,389848	1,238104	36,52388

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	3,23857730	1,61928865	1,06	0,3612

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	1,19339323	0,59669662	0,39	0,6812 ns

Prueba de Rango múltiple de Duncan para porcentaje de Limo en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	1,532902
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,8867	,9317

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	36,8543	13	FloridaB
A			

A	36,6191	17	FloridaA
A			
A	36,2423	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para porcentaje de Limo en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	1,532902
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	1,0711
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	36,8543	13	FloridaB
A			
A	36,6191	17	FloridaA
A			
A	36,2423	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 19

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE LIMO EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	45,53679361	2,06985425	1,08	0,4175
Error	28	53,60412580	1,91443306		
Corrected Total	50	99,14091941			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LimoHorBPorc Mean
0,459314	4,365016	1,383630	31,69818

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	13,24618203	6,62309101	3,46	0,0454

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	14,17018553	7,08509276	3,70	0,0375 *

Prueba de Rango múltiple de Duncan para porcentaje de Limo en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	1,914433
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	0,991	1,041

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Grouping	Media	N	COMU
A	32,2719	21	SanAnton
A			

B	A	31,5518	13	FloridaB
B				
B		31,1014	17	FloridaA

Prueba HSD de Tukey para porcentaje de Limo en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	1,914433
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	1,197
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	32,2719	21	SanAnton
A			
A	31,5518	13	FloridaB
A			
A	31,1014	17	FloridaA

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 20

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE PH EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	1,70852829	0,07766038	0,78	0,7242
Error	28	2,79350987	0,09976821		
Corrected Total	50	4,50203816			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pHHorA Mean
0,379501	9,039389	0,315861	3,494275

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,00267559	0,00133779	0,01	0,9867

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,02266313	0,01133156	0,11	0,8930 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para PH en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,099768
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,2262	,2377

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	3,5035	13	FloridaB

A			
A	3,4973	17	FloridaA
A			
A	3,4861	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para ph en Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,099768
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2732
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	3,5035	13	FloridaB
A			
A	3,4973	17	FloridaA
A			
A	3,4861	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 21

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE PH EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	2,05891058	0,09358684	1,07	0,4267
Error	28	2,44693593	0,08739057		
Corrected Total	50	4,50584651			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pHHorB Mean
0,456942	8,512160	0,295619	3,472902

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,00682904	0,00341452	0,04	0,9617

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,16050523	0,08025262	0,92	0,4109 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para ph en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,087391
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,2117	,2225

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	3,4820	21	SanAnton
A	3,4765	17	FloridaA

A			
A	3,4535	13	FloridaB

Prueba HSD de Tukey para ph en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,087391
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2557
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	3,4820	21	SanAnton
A			
A	3,4765	17	FloridaA
A			
A	3,4535	13	FloridaB

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 22

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE MO EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	1,40666085	0,06393913	0,84	0,6583
Error	28	2,12908189	0,07603864		
Corrected Total	50	3,53574275			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MOHorAPorc Mean
0,397840	6,095081	0,275751	4,524157

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,60063618	0,30031809	3,95	0,0308 *

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,40094044	0,20047022	2,64	0,0893 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de MO en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,076039
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,1975	,2075

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Grouping	Media	N	COMU
A	4,64224	21	SanAnton
A			

B	A	4,49271	17	FloridaA
B				
B		4,37454	13	FloridaB

Prueba HSD de Tukey para porcentaje de MO en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,076039
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2386
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Grouping	Media	N	COMU
A	4,64224	21	SanAnton
A			
B	4,49271	17	FloridaA
B			
B	4,37454	13	FloridaB

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 23

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE MO EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	2,54833372	0,11583335	1,59	0,1240
Error	28	2,04483864	0,07302995		
Corrected Total	50	4,59317235			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MOHorBPorc Mean
0,554809	10,67053	0,270241	2,532588

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,22680354	0,11340177	1,55	0,2293

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,28100220	0,14050110	1,92	0,1649 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de MO en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0,05
 Error Degrees of Freedom 28
 Error Mean Square 0,07303
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3
 Critical Range ,1935 ,2034

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	2,62635	17	FloridaA
A			

A	2,49685	13	FloridaB
A			
A	2,47881	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para contenido de MO en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,07303
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2338
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	2,62635	17	FloridaA
A			
A	2,49685	13	FloridaB
A			
A	2,47881	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 24

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE FÓSFORO (P EN PPM) EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	2,53562059	0,11525548	1,25	0,2879
Error	28	2,58884757	0,09245884		
Corrected Total	50	5,12446816			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PppmHorA Mean
0,494807	2,434565	0,304070	12,48973

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,00653072	0,00326536	0,04	0,9653 ns

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,16013426	0,08006713	0,87	0,4316 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de Fósforo en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,092459
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Number of Means	2	3
Critical Range	,2178	,2288

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	12,5037	17	FloridaA
A			
A	12,4913	13	FloridaB

A			
A	12,4774	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para contenido de Fósforo en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,092459
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,263
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes,

	Media	N	COMU
A	12,5037	17	FloridaA
A			
A	12,4913	13	FloridaB
A			
A	12,4774	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 25

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE FÓSFORO (P EN PPM) EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	2,74020234	0,12455465	1,39	0,2048
Error	28	2,51328135	0,08976005		
Corrected Total	50	5,25348369			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PppmHorB Mean
0,521597	4,019718	0,299600	7,453255

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,02216482	0,01108241	0,12	0,8843

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,00757098	0,00378549	0,04	0,9588 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de Fósforo en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,08976
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,2146	,2255

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	7,4807	17	FloridaA
A	7,4469	21	SanAnton

A			
A	7,4277	13	FloridaB

Prueba HSD de Tukey para contenido de Fósforo en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,08976
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2592
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	7,4807	17	FloridaA
A			
A	7,4469	21	SanAnton
A			
A	7,4277	13	FloridaB

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 26

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE POTASIO (K EN PPM) EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	625,953332	28,452424	1,28	0,2691
Error	28	624,754706	22,312668		
Corrected Total	50	1250,708038			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	KppmHorA Mean
0,500479	2,591630	4,723629	182,2647

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	46,2185665	23,1092833	1,04	0,3682

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	20,1662235	10,0831118	0,45	0,6410 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de Potasio en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	22,31267
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Number of Means	2	3
Critical Range	3,383	3,555

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	183,351	13	FloridaB

A			
A	182,806	17	FloridaA
A			
A	181,154	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para contenido de Potasio en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	22,31267
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	4,0864
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	183,351	13	FloridaB
A			
A	182,806	17	FloridaA
A			
A	181,154	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 27

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE POTASIO (K EN PPM) EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	261,2417097	11,8746232	0,70	0,8013
Error	28	473,9088890	16,9253175		
Corrected Total	50	735,1505986			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	KppmHorB Mean
0,355358	2,853737	4,114039	144,1632

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	2,7507290	1,3753645	0,08	0,9222

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	12,4308880	6,2154440	0,37	0,6959 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de Potasio en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	16,92532
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	2,946	3,096

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	144,440	21	SanAnton

A			
A	143,986	13	FloridaB
A			
A	143,956	17	FloridaA

Prueba HSD de Tukey para contenido de Potasio en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ,

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	16,92532
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	3,559
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal,

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	144,440	21	SanAnton
A			
A	143,986	13	FloridaB
A			
A	143,956	17	FloridaA

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 28

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ALUMINIO (AL EN ME100GR) EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	1,48226081	0,06737549	0,81	0,6902
Error	28	2,32657288	0,08309189		
Corrected Total	50	3,80883369			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Alme100grHorA Mean
0,389164	18,85577	0,288257	1,528745

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,06665259	0,03332630	0,40	0,6734

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,10508745	0,05254373	0,63	0,5388 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de Aluminio en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0,05
 Error Degrees of Freedom 28
 Error Mean Square 0,083092
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3
 Critical Range ,2064 ,2169

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	1,5796	17	FloridaA

A			
A	1,5092	13	FloridaB
A			
A	1,4997	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para contenido de Aluminio en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,083092
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2494
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	1,5796	17	FloridaA
A			
A	1,5092	13	FloridaB
A			
A	1,4997	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 29

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE ALUMINIO (AL EN ME100GR) EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	1,47195913	0,06690723	0,73	0,7718
Error	28	2,55997903	0,09142782		
Corrected Total	50	4,03193816			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Alme100grHorB Mean
0,365075	19,19477	0,302370	1,575275

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,17397619	0,08698810	0,95	0,3983

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,14173730	0,07086865	0,78	0,4703 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de Aluminio en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,091428
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,2166	,2275

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Media	N	COMU
-------	---	------

A	1,6331	13	FloridaB
A			
A	1,6168	17	FloridaA
A			
A	1,5059	21	SanAnton

Prueba HSD de Tukey para contenido de Aluminio en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,091428
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2616
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	1,6331	13	FloridaB
A			
A	1,6168	17	FloridaA
A			
A	1,5059	21	SanAnton

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 30

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES PARA LA VARIABLE NITRÓGENO (N) EN EL HORIZONTE A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	2,89284734	0,13149306	2,16	0,0281
Error	28	1,70759266	0,06098545		
Corrected Total	50	4,60044000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	NHorAPorc Mean
0,628820	47,39968	0,246952	0,521000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,24232412	0,12116206	1,99	0,1560

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,33723901	0,16861951	2,76	0,0802 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el contenido de Nitrógeno en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,060985
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,1769	,1858

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Media	N	COMU
-------	---	------

A	0,57635	17	FloridaA
A			
A	0,54800	21	SanAnton
A			
A	0,40500	13	FloridaB

Prueba HSD de Tukey para el contenido de Nitrógeno en el Horizonte A

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,060985
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2136
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	0,57635	17	FloridaA
A			
A	0,54800	21	SanAnton
A			
A	0,40500	13	FloridaB

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 31

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA (ANVA), PRUEBA DE DUNCAN Y PRUEBA DE TUKEY ENTRE COMUNIDADES, PARA LA VARIABLE NITRÓGENO (N) EN EL HORIZONTE B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	22	1,65308936	0,07514043	1,11	0,3951
Error	28	1,90089962	0,06788927		
Corrected Total	50	3,55398898			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	NHorBPorc Mean
0,465136	56,15187	0,260556	0,464020

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,19117370	0,09558685	1,41	0,2614

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0,33224755	0,16612377	2,45	0,1049 ns

Prueba de Rango Múltiple de Duncan para contenido de Nitrógeno en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,067889
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	,1866	,1961

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	0,52357	21	SanAnton
A			

A	0,47538	13	FloridaB
A			
A	0,38176	17	FloridaA

Prueba HSD de Tukey para contenido de Nitrógeno en el Horizonte B

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0,05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0,067889
Critical Value of Studentized Range	3,49918
Minimum Significant Difference	0,2254
Harmonic Mean of Cell Sizes	16,36075

NOTE: Cell sizes are not equal.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Media	N	COMU
A	0,52357	21	SanAnton
A			
A	0,47538	13	FloridaB
A			
A	0,38176	17	FloridaA

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 32

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO LINEAL ENSAYADO

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
AlturaProm	,904717	,3484907	28
EdadMes	11,570655	8,7552692	28

Correlations

		AlturaProm	EdadMes
Pearson Correlation	AlturaProm	1,000	,785
	EdadMes	,785	1,000
Sig. (1-tailed)	AlturaProm	.	,000
	EdadMes	,000	.
N	AlturaProm	28	28
	EdadMes	28	28

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,785 ^a	,617	,602	,2198701

a. Predictors: (Constant), EdadMes

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,022	1	2,022	41,829	,000 ^a
	Residual	1,257	26	,048		
	Total	3,279	27			

a. Predictors: (Constant), EdadMes

b. Dependent Variable: AlturaProm

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,543	,070		7,795	,000
	EdadMes	,031	,005	,785	6,468	,000

a. Dependent Variable: AlturaProm

FUENTE: *Elaboración propia*

ANEXO 33

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO RAÍZ CUADRADA ENSAYADO

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
AlturaProm	,904717	,3484907	28
EdadRaíz	3,177448	1,2365638	28

Correlations

		AlturaProm	EdadRaíz
Pearson Correlation	AlturaProm	1,000	,796
	EdadRaíz	,796	1,000
Sig. (1-tailed)	AlturaProm	.	,000
	EdadRaíz	,000	.
N	AlturaProm	28	28
	EdadRaíz	28	28

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,796 ^a	,633	,619	,2151740

a. Predictors: (Constant), EdadRaíz

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,075	1	2,075	44,822	,000 ^a
	Residual	1,204	26	,046		
	Total	3,279	27			

a. Predictors: (Constant), EdadRaíz

b. Dependent Variable: AlturaProm

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,192	,114		1,688	,103
	EdadRaíz	,224	,033	,796	6,695	,000

a. Dependent Variable: AlturaProm

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 34

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO LOGARÍTMICO ENSAYADO

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
AltuLn	-,169192	,3787606	28
EdadLn	2,169585	,7652862	28

Correlations

		AltuLn	EdadLn
Pearson Correlation	AltuLn	1,000	,800
	EdadLn	,800	1,000
Sig. (1-tailed)	AltuLn	.	,000
	EdadLn	,000	.
N	AltuLn	28	28
	EdadLn	28	28

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,800 ^a	,641	,627	,2313422

a. Predictors: (Constant), EdadLn

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,482	1	2,482	46,374	,000 ^a
	Residual	1,391	26	,054		
	Total	3,873	27			

a. Predictors: (Constant), EdadLn

b. Dependent Variable: AltuLn

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1,029	,134		-7,701	,000
	EdadLn	,396	,058	,800	6,810	,000

a. Dependent Variable: AltuLn

FUENTE: *Elaboración propia*

ANEXO 35

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL MODELO LOGARÍTMICO ENSAYADO

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
AltuLn	-,169192	,3787606	28
EdadInv	,147325	,0990053	28

Correlations

		AltuLn	EdadInv
Pearson Correlation	AltuLn	1,000	-,784
	EdadInv	-,784	1,000
Sig. (1-tailed)	AltuLn	.	,000
	EdadInv	,000	.
N	AltuLn	28	28
	EdadInv	28	28

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,784 ^a	,614	,599	,2398127

a. Predictors: (Constant), EdadInv

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,378	1	2,378	41,352	,000 ^a
	Residual	1,495	26	,058		
	Total	3,873	27			

a. Predictors: (Constant), EdadInv

b. Dependent Variable: AltuLn

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,272	,082		3,311	,003
	EdadInv	-2,998	,466	-,784	-6,431	,000

a. Dependent Variable: AltuLn

FUENTE: *Elaboración propia*